



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH



# Aplicació d'escriptori per a monitorar en temps real instal·lacions de detecció de focs

---

Treball Final de Grau d'Enginyeria  
Informàtica – Enginyeria del Software

Modalitat d'empresa en col·laboració amb



**UTC Fire & Security**

A United Technologies Company

**Autor:** Andreu Conesa Simó

**Director:** Ricard Burriel Maurel

**Institució del director:** UTC Fire & Security

**Ponent:** Ernest Teniente López

**Departament del ponent:** Enginyeria de Serveis i Sistemes d'Informació

**Data de defensa:** 25/04/2018

## Resum

En la indústria de la protecció d'edificis contra incendis, les empreses no només construeixen els dispositius de prevenció, sinó que també ofereixen solucions software per poder-los configurar i monitorar d'una forma eficient i amigable. D'aquesta manera, els clients poden utilitzar les eines que l'empresa ofereix traient-ne el màxim rendiment.

L'empresa UTC Fire & Security, que pertany a aquest sector, ha construït un nou detector d'incendis que millora les prestacions de models preexistents. Tot i així, no disposa del software necessari per controlar-lo. És per aquest motiu que s'ha proposat construir una aplicació d'escriptori que pugui gestionar el detector i aprofitar totes les seves característiques. A la vegada, i per poder substituir el software actualment disponible, també es vol que aquesta nova aplicació sigui compatible amb els detectors anteriors. Addicionalment, l'aplicació ha de ser més usable i oferir més funcionalitats als usuaris.

L'objectiu principal de la nova aplicació és localitzar detectors en un entorn pròxim i comunicar-se amb ells per monitorar-ne l'estat. A més ha de permetre, d'una banda, conèixer els motius dels canvis d'estat dels detectors, i d'una altra canviar la seva configuració i reiniciar-los. En l'àmbit d'aquest projecte, aquesta aplicació és especialment rellevant perquè dona suport les 24 hores del dia, i amb les seves alertes s'escurcen els temps de detecció, tot prevenint greus incendis.

Per tal de construir el nou software, s'ha partit d'una solució ja existent en l'empresa en forma de prototip. El projecte doncs, implica la millora d'aquest prototip. En primer lloc, s'ha estudiat el codi del prototip i el seu funcionament i s'ha planificat el desenvolupament del projecte. Després s'han definit les funcionalitats a incorporar, s'han identificat les que calia corregir i s'ha iniciat la implementació del nou software. Quan s'ha disposat d'una versió prou completa de l'aplicació, s'han efectuat les avaluacions i correccions oportunes fins a assolir els objectius del projecte.

## Abstract

In the fire protection industry of buildings, companies not only build prevention devices, but also offer software solutions to be able to configure and monitor them in an efficient and user-friendly manner. In this way, customers can use the tools that the company offers by obtaining the maximum performance.

The UTC Fire & Security company, which belongs to this sector, has built a new fire detector that improves the performance of pre-existing models. However, the company does not have the necessary software to control it. That's why it has been proposed to build a desktop application that can manage the detector and take advantage of all its features. At the same time, in order to replace the currently available software, this new application is also intended to be compatible with the previous detectors. Additionally, it must be more usable and provide more functionality to users.

The main purpose of the new application is to locate detectors in a nearby environment and to communicate with them to monitor their status. On the one hand, it must give the reasons for the changes in the state of detectors, and on the other allow changing their configuration and restarting them. In the scope of this project, this application is especially relevant because it gives support 24 hours a day, and with its alerts the detection times are shortened, preventing serious fires.

In order to build the new software, we've used an existing solution of the company in the form of a prototype. The project therefore implies the improvement of this prototype. First, the code of the prototype and its performance has been studied and the development of the project has been planned. Later the functionalities that we wanted to add have been defined, the ones that had to be corrected have been identified and the implementation of the new software has begun. When a sufficiently complete version of the application was available, we made the appropriate evaluations and corrections to achieve the objectives of the project.

Al Ricard, per donar-me l'oportunitat de formar part d'un projecte tant interessant i rellevant.

Al Llorenç i el Joan, per la seva inestimable ajuda durant la realització del projecte.

A l'Ernest, pels seus consells en la manera d'enfocar aquest document.

A la meva família, per la seva paciència i per fer-me costat en tot moment.

# Índex

<b>1. INTRODUCCIÓ</b>	<b>1</b>
FORMULACIÓ DEL PROBLEMA	1
ACTORS	2
ABAST	3
<i>Objectius</i>	3
<i>Requeriments</i>	4
<i>Riscos</i>	6
<i>Dificultats</i>	8
<b>2. ESTAT DE L'ART</b>	<b>9</b>
TECNOLOGIES DE DETECCIÓ DE FUM	9
SENSENET	10
ESTUDI DE L'ENTORN	11
<i>ATS 8600</i>	11
<i>VisuLAN T</i>	11
<i>VSM4</i>	12
<i>BACnet to Modbus gateway</i>	12
<i>Conclusions de l'estudi</i>	13
<b>3. METODOLOGIA I RIGOR</b>	<b>14</b>
MÈTODES DE TREBALL	14
EINES DE SEGUIMENT	15
MÈTODE DE VALIDACIÓ	15
<b>4. ESPECIFICACIONS DEL PROJECTE</b>	<b>16</b>
DIAGRAMA DE CASOS D'US	16
DESCRIPCIÓ DELS CASOS D'US	16
<i>Arxiu</i>	16
<i>Editar</i>	22
<i>Aspiració</i>	23
<i>Vista</i>	28
<i>Ajuda</i>	37
DIAGRAMA DE CLASSES	38
CONTRACTES OCL	39
<i>Cas d'ús Vista de mapa</i>	39
<i>Cas d'ús Desfer / Refer</i>	40
<i>Cas d'ús Canviar Idioma</i>	41
<i>Cas d'ús Filtrar esdeveniments</i>	42
<b>5. DISSENY DEL SOFTWARE</b>	<b>44</b>
INTRODUCCIÓ	44
ARQUITECTURA LÒGICA	44
<i>Model</i>	44
<i>Patrons de disseny</i>	45
<i>Diagrames de seqüència</i>	52
<i>Disseny de pantalles</i>	65
ARQUITECTURA FÍSICA	78

<b>6. IMPLEMENTACIÓ</b>	<b>79</b>
PUNT DE PARTIDA	79
TECNOLOGIES I EINES UTILITZADES	83
<i>Windows Presentation Foundation</i>	83
<i>Llibreries</i>	83
<i>Mòduls externs</i>	86
<b>7. PLANIFICACIÓ TEMPORAL</b>	<b>90</b>
PLANIFICACIÓ GENERAL	90
<i>Planificació estimada del projecte</i>	90
<i>Recursos</i>	90
<i>Valoració d'alternatives i pla d'acció</i>	91
<i>Consideracions</i>	91
DESCRIPCIÓ DE LES TASQUES	91
<i>Inici (Inception)</i>	93
<i>Elaboració (Elaboration)</i>	93
<i>Construcció (Construction)</i>	94
<i>Transició (Transition)</i>	94
DIAGRAMA DE GANTT	95
DESVIACIONS	98
<b>8. GESTIÓ ECONÒMICA</b>	<b>98</b>
CONSIDERACIONS INICIALS	98
IDENTIFICACIÓ I ESTIMACIÓ DELS COSTOS	98
<i>Costos directes per activitat</i>	98
<i>Costos indirectes</i>	100
<i>Contingència</i>	102
<i>Imprevistos</i>	102
<i>Pressupost</i>	103
CONTROL DE GESTIÓ	103
<b>9. INFORME DE SOSTENIBILITAT</b>	<b>103</b>
MATRIU DE SOSTENIBILITAT	104
PROJECTE POSAT EN PRODUCCIÓ	104
VIDA ÚTIL	107
RISCOS	110
<b>10. CONCLUSIONS</b>	<b>111</b>
CONSECUCIÓ DELS OBJECTIUS	111
TREBALL FUTUR	112
VALORACIÓ PERSONAL	113
JUSTIFICACIÓ COMPETÈNCIES TÈCNIQUES	114
<b>11. GLOSSARI</b>	<b>116</b>
<b>12. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>118</b>

# Índex de figures

FIGURA 1. ESTRUCTURA DE L'ORGANITZACIÓ EN REFERÈNCIA AL PROJECTE SENSENET GRAPHICS	3
FIGURA 2. INSTAL·LACIÓ DE DETECCIÓ CONVENCIONAL	10
FIGURA 3. FASES DEL RATIONAL UNIFIED PROCESS (RUP)	15
FIGURA 4. DIAGRAMA DE CASOS D'ÚS	16
FIGURA 5. DIAGRAMA DE CLASSES D'ESPECIFICACIÓ	39
FIGURA 6. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA OCL OPENMapView	40
FIGURA 7. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA OCL UNDO	41
FIGURA 8. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA OCL REDO	41
FIGURA 9. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA OCL UPDATELANGUAGE	42
FIGURA 10. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA OCL APPLYFILTERS	44
FIGURA 11. ESQUEMA DEL PATRÓ MVVM	46
FIGURA 12. DIAGRAMA DE CLASSES DEL DISSENY	48
FIGURA 13. PATRÓ SINGLETON	48
FIGURA 14. PATRÓ CHAIN OF RESPONSABILITY	49
FIGURA 15. PATRÓ COMMAND	50
FIGURA 16. PATRÓ OBSERVER	51
FIGURA 17. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE L'OPCIÓ VISTA DE MAPA	53
FIGURA 18. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA CONSTRUCTORA DE LA CLASSE CANVASCONTROLVIEWMODEL	55
FIGURA 19. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO DISPLAYCOVERAGEAREAS	55
FIGURA 20. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO GETSHAPE	56
FIGURA 21. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO RELOADBACKGROUND	56
FIGURA 22. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE L'OPCIÓ DESFER	57
FIGURA 23. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO CANCELEDIT	58
FIGURA 24. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE L'OPCIÓ REFER	58
FIGURA 25. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO REEDIT	59
FIGURA 26. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DEL CAS D'ÚS CANVI D'IDIOMA	60
FIGURA 27. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO UPDATE	61
FIGURA 28. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO SETDATA	61
FIGURA 29. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE L'OPCIÓ FILTRAR ESDEVENIMENTS	62
FIGURA 30. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA CONSTRUCTORA LOGFILTERSWINDOWVIEWMODEL	63
FIGURA 31. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA FUNCIO UPDATEAVAILABLEDEVICES	64
FIGURA 32. DIAGRAMA DE SEQÜÈNCIA DE LA CONSTRUCTORA LOGFILTERSWINDOW	64
FIGURA 33. HISTOGRAMA D'UN DETECTOR	65
FIGURA 34. GRÀFIC DE NIVELL D'UN DETECTOR	66
FIGURA 35. REGISTRE D'ESDEVENIMENTS D'UN DETECTOR	66
FIGURA 36. FILTRE D'ESDEVENIMENTS	67
FIGURA 37. FINESTRA DE CONFIGURACIÓ D'UN DETECTOR	67
FIGURA 38. VISTA DEL MAPA	68
FIGURA 39. VISTA DEL MAPA UN COP HA SALTAT UNA ALARMA MÉS PRIORITÀRIA	69
FIGURA 40. FINESTRA PER FILTRAR EL PANELL D'ESDEVENIMENTS	69
FIGURA 41. VISTA DEL MAPA AMB OPCIÓ DE SILENCIAR L'ALARMA	70
FIGURA 42. VISTA TEXTUAL	71
FIGURA 43. CONFIGURACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ	72
FIGURA 44. CONFIGURACIÓ DE LES XARXES	72
FIGURA 45. CONFIGURACIÓ DE XARXA	73
FIGURA 46. CONFIGURACIÓ D'UN DETECTOR	74
FIGURA 47. CONFIGURACIÓ DE ZONES	74

FIGURA 48. PROPIETATS D'UNA ZONA (PESTANYA DE PROPIETATS)	75
FIGURA 49. PROPIETATS D'UNA ZONA (PESTANYA D'ALARMA)	75
FIGURA 50. ÀREA D'UN DETECTOR	76
FIGURA 51. COMTES D'USUARI	76
FIGURA 52. PROPIETATS D'UN USUARI	77
FIGURA 53. NOTIFICACIONS DE CORREU ELECTRÒNIC	77
FIGURA 54. DISSENY DELS ESDEVENIMENTS	78
FIGURA 55. INSTAL·LACIÓ TÍPICA AMB EL SOFTWARE SENSENET GRAPHICS	79
FIGURA 56. FLUX DE LES OPERACIONS PER LA CONNEXIÓ AMB LES XARXES	89
FIGURA 57. FASE D'INICI DEL PROJECTE (INCEPTION)	95
FIGURA 58. FASE D'ELABORACIÓ DEL PROJECTE (ELABORATION)	96
FIGURA 59. FASE DE CONSTRUCCIÓ DEL PROJECTE (CONSTRUCTION)	96
FIGURA 60. FASE DE TRANSICIÓ DEL PROJECTE (TRANSITION)	97



## Índex de taules

TAULA 1. EXPOSICIÓ DEL PROJECTE ALS RISCOS	8
TAULA 2. TASQUES DEL PROJECTE	93
TAULA 3. COSTOS DIRECTES PER ACTIVITAT	100
TAULA 4. COSTOS INDIRECTES	101
TAULA 5. COSTOS PER CONTINGÈNCIA	102
TAULA 6. COSTOS PER IMPREVISTOS	103
TAULA 7. PRESSUPOST DEL PROJECTE	103
TAULA 8. MATRIU DE SOSTENIBILITAT DEL TFG	104
TAULA 9. DESPESES DURANT EL PRIMER ANY	110

## 1. Introducció

El projecte que es planteja és un Treball Final de Grau relacionat amb l'especialitat d'Enginyeria del Software impartida a la Facultat d'Informàtica de Barcelona<sup>1</sup>. Amb la voluntat de fer aquest treball en el món de l'empresa, l'alumne va consultar la borsa de treball de la facultat per triar-ne una. De tots els projectes disponibles, el què més s'ajustava a la seva especialitat i el què més interès li despertava, va ser el que avui motiva la presentació d'aquest informe, que resulta de l'existència d'un conveni de cooperació educativa entre l'empresa UTC Fire & Security i la Universitat i que, per tant, és un projecte de modalitat B<sup>2</sup>.

L'empresa, UTC Fire & Security, s'encarrega d'oferir productes i serveis de seguretat electrònica i protecció contra incendis i forma part de UTC Climate, Controls & Security, la qual és al seu torn una unitat de United Technologies Corporation<sup>3</sup>.

UTC Fire & Security ha dissenyat un detector d'incendis nou i li cal un software que el pugui controlar. A més, també vol que aquest software pugui gestionar instal·lacions de grandària superior a les que el software actual permet.

Així doncs, la finalitat més important d'aquest projecte és desenvolupar una aplicació que monitori grans instal·lacions de detecció de fum i que sigui compatible amb el detector prèviament esmentat.

### Formulació del problema

L'objectiu principal de la nova aplicació és localitzar detectors en un entorn pròxim, guardar-ne la informació i comunicar-s'hi continuadament per monitorar-ne l'estat. A més ha de permetre, d'una banda, conèixer els motius dels canvis d'estat dels detectors, i d'una altra canviar la seva configuració i reiniciar-los. En l'àmbit d'aquest projecte, aquesta aplicació és especialment rellevant perquè dona suport les 24 hores del dia, i amb les seves alertes s'escurcen els temps de detecció, tot prevenint greus incendis.

El software que actualment comercialitza l'empresa ofereix funcionalitats que el nou software hauria de tenir i pot treballar amb els detectors de fum actuals. Tot i així, no és compatible amb el nou detector, que es compona d'un Command Module i diversos detectors un al costat de l'altre. Tampoc pot gestionar diversos Command Modules, que és un dels requisits del nou software.

Tenint en compte que el nou detector, actualment en I+D, es vol llençar al mercat a curt termini, els responsables del projecte han decidit que cal

actualitzar l'aplicació desenvolupada amb Visual Basic 2007, utilitzant tecnologies més modernes. Per aquest motiu, es vol canviar el framework i tornar a implementar tota l'aplicació.

Cal dir també que aquest nou software formarà part d'un conjunt d'aplicacions que pretenen renovar el catàleg actual. Les altres aplicacions, que formen part d'aquest nou conjunt i que han estat completades són: un software anomenat PipeCAD<sup>4</sup> que permet dissenyar instal·lacions de manera gràfica, i un anomenat Remote<sup>5</sup> que pot configurar i supervisar una xarxa de detectors.

## Actors

A continuació es presenten totes les entitats o persones directament relacionades amb el producte i que estan interessades en el seu desenvolupament. Entre d'altres, qui el farà servir i qui en traurà beneficis.

1. Clients de l'empresa UTC Fire & Security. Es tracta del principal grup al que va dirigit el producte. És un grup molt ampli que abasta des de teatres fins a centres de dades. Podran utilitzar els productes més actuals de la marca, beneficiar-se de l'ampli ventall de combinacions que aquests ofereixen i d'una aplicació més completa i usable que el software actualment disponible.
2. UTC Fire & Security. Com a impulsora del projecte, té un gran interès en l'èxit del nou software, que permetrà que altres dels seus productes es puguin utilitzar en tota la seva plenitud, especialment aquells que són nous, com és el cas del nou detector d'incendis. A més, amb un producte actualitzat i millorat respecte el model anterior, els clients que el feien servir hi sortiran guanyant i, de retruc, l'empresa també.

Dins de l'empresa UTC Fire & Security, els rols vinculats al projecte són els següents:

- a. Director del departament de manteniment dels productes i serveis oferts.
- b. Director del projecte i responsable de definir els requeriments de l'aplicació i de fer un seguiment del seu desenvolupament.
- c. Administrador del programa, amb qui s'acorden els requeriments.
- d. Grup de garantia de qualitat, responsable de realitzar els tests del nou software.
- e. Grup de suport tècnic, encarregat d'introduir l'aplicació al mercat.
- f. Responsable de desenvolupar el projecte i d'assegurar que el software compleixi amb tot allò descrit als requisits.

A la Figura 1 es pot veure l'estructura organitzativa dins l'empresa pel que fa al projecte que ens ocupa.

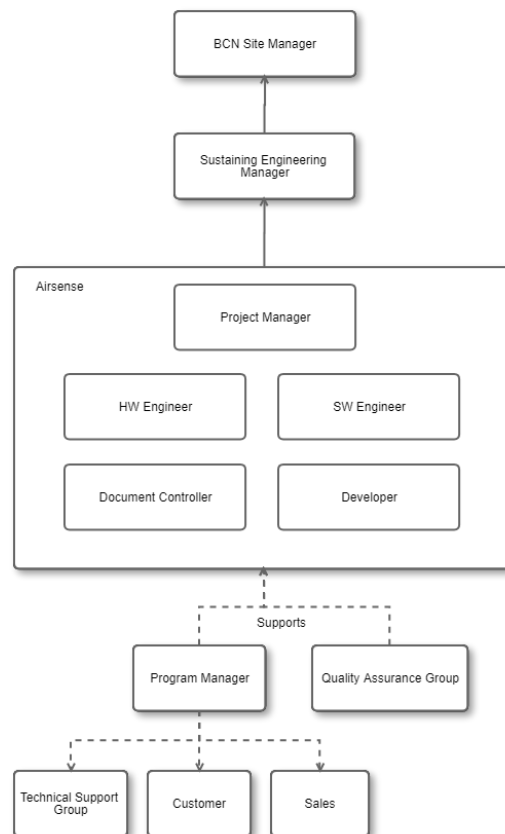


Figura 1. Estructura de l'organització en referència al projecte SenseNET Graphics

## Abast

En aquest apartat es detallen els objectius del treball, els requeriments del producte que es vol desenvolupar i els requeriments que queden fora de l'abast del projecte.

## Objectius

- L'objectiu principal d'aquest treball és desenvolupar un software compatible amb tots els detectors de foc que ofereix UTC Fire & Security, incloent els d'última generació. El software ha de ser capaç de monitorar grans instal·lacions de detectors les 24 hores del dia. Per dur a terme aquest monitoratge, ha de ser capaç de localitzar detectors en diverses xarxes, guardar-los en un format que l'aplicació reconegui, i comunicar-s'hi per alertar quan el seu estat canviï.
- Els objectius secundaris són:
  - Aconseguir la màxima versatilitat per adaptar-se a diferents configuracions de les instal·lacions de detecció.
  - Millorar la usabilitat del software actualment disponible.
  - Mantenir al màxim les funcionalitats de l'aplicació actual.

## Requeriments

### Requeriments no funcionals:

- Poder ser instal·lat i executat tant en el sistema operatiu Windows 7 com en el Windows 8. La compatibilitat amb Windows XP ja no es té en compte.
- Estar disponible en diversos idiomes i gestionar correctament aspectes com el format dels números, les codificacions de les lletres i les dates i hores. Els idiomes dels que ha de disposar són: anglès, holandès, alemany, italià, polonès, portuguès, espanyol i suec.
- Permetre modificacions del disseny i de l'aspecte de l'aplicació tenint en compte les diferents marques comercials.
- Funcionar amb llicència. Control amb la mateixa clau que el software actual.

### Requeriments funcionals:

- Disposar d'un sistema d'ajuda amb format Windows i filtre sensible al context.
- Proporcionar informació sobre l'aplicació. Versió de llançament, text de llicència i enllaç al web oficial de l'aplicació.
- En cas de canviar l'idioma de l'aplicació durant la seva execució, capacitat per emmagatzemar-lo com a idioma per defecte en futures execucions.
- Disposar d'un menú d'arxiu que contingui les opcions Nou, Obrir, Guardar, Iniciar i Tancar sessió, i Sortir. Per al primer es demana contrasenya d'administrador i genera un projecte nou buit. Per al segon, contrasenya d'administrador o d'operador i permet obrir un projecte existent. Per al tercer, contrasenya d'administrador i guarda els canvis del projecte actual. Finalment, per l'últim que tanca l'aplicació, caldrà contrasenya d'operador o d'administrador.
- Tenir una opció del panell de control que permeti configurar el projecte i a la qual només es permet l'accés amb contrasenya d'administrador. S'hi arriba a través de l'opció Vista del menú principal. Té una vista d'arbre a l'esquerra i un control de contingut a la dreta que mostra les propietats de l'objecte seleccionat. A més, hi ha un botó comú a tots els controls que permetrà guardar tots els canvis del projecte.
- Disponibilitat, dins del panell de control, de les següents opcions de configuració:
  - o Configuració del lloc: nom del lloc, dades de contacte de la persona i espai per afegir comentaris.

- Configuració de les comunicacions: possibilitat de connectar fins a 16 xarxes diferents a la vegada, cadascuna amb un màxim de 127 detectors adjunts. Les opcions de connectar i desconectar són gestionades individualment per cada xarxa de la instal·lació.
- Configuració de les xarxes: cal seleccionar el tipus de connexió (Ethernet o Serial). Per a les Ethernet, cal especificar l'adreça IP del detector, el port TCP i la contrasenya d'administrador. Per les Serial, el port COM. A més, hi ha un botó d'escaneig que busca els detectors presents a la xarxa i que els afegeix al projecte a mesura que els va trobant. Cada detector es mostra amb un identificador únic (2 dígits pel número de xarxa i 3 per l'adreça del detector).
- Configuració del detector: un cop seleccionat un detector d'una xarxa es mostra el tipus que és, la seva descripció i la zona a la que està assignat que es pot canviar per una de les disponibles. També es pot especificar si es vol mostrar el detector en qüestió al mapa.
- Definicions de zona: permet definir 16 zones diferents. Sempre hi haurà una zona per defecte que contindrà els detectors especificats.
- Propietats de zona: permet canviar la imatge de fons (formats suportats: .jpg, .bmp, .png), el nom i el color de fons dels textos. Seleccionant la icona de qualsevol detector, aquest es podrà col·locar a la posició de la zona desitjada.
- Àrea de cobertura del detector: permet dibuixar al panell àrees de cobertura per a cada detector de formes rectangulars, circulars o poligonals.
- Accions d'alarma: permet configurar els àudios que sonen a l'aplicació quan hi ha un error o una alarma en el sistema, així com el text opcional que es mostrarà per indicar a l'usuari com actuar. L'aplicació ha de suportar arxius d'àudio amb format .wav o bé .mp3. Un botó permet reproduir el so seleccionat.
- Configuració de la contrasenya: Es preveuen 3 nivells de configuració. Per defecte, el de només lectura, que no requereix contrasenya per fer servir l'aplicació; el d'operador, que permet realitzar qualsevol operació funcional als detectors (reiniciar, aïllar, configurar, veure l'histograma), i el d'administrador, que dóna accés al panell de control on es pot configurar el projecte.
- Configuració del correu electrònic: l'aplicació envia automàticament notificacions de correu electrònic als comptes definits en cas de fallades, alertes o alarmes del sistema. Per enviar correus, l'administrador ha de configurar les propietats del

servidor de correu així com els comptes de destí.

- Vista d'usuari:
  - Vista de mapa: te la pestanya de la zona per defecte i tantes pestanyes com zones addicionals s'hagin definit. Per cadascuna mostra la imatge de la zona i l'estat actual de tots els seus detectors. D'altra banda, col·locant el ratolí sobre un detector amb una àrea definida mostra l'àrea al mapa. A més, a la part inferior de la finestra es mostra un registre de control dels esdeveniments ordenats de més a menys recents. Cadascun té la data i hora i el detector que l'ha disparat. Quan una alarma es dispara o es produeix una fallada, el text per defecte apareix a la cantonada superior dreta, l'àudio sona i l'àrea afectada es mostra permanentment al mapa. Les pestanyes es remarquen canviant el color de fons i l'esdeveniment es reporta al registre de control. Apareix un botó per silenciar l'àudio si es vol. Les àrees afectades i el text de l'alarma només desapareix si es reinicia el detector.
  - Vista de text: mostra la informació dels detectors en un panell de contingut. Inclou l'adreça, el tipus, el nom i 4 llums indicant l'estat actual.
  - Menú d'aspiració: Les seves funcionalitats són: visor d'histograma, gràfic de nivells, registre d'esdeveniments, configuració del detector, reiniciar, habilitar i inhabilitar. Per les quatre darreres opcions es requereix contrasenya d'administrador o d'operador ja que poden afectar o afecten als detectors. Les tres primeres com que només aporten informació són accessibles per l'usuari amb menys nivell d'accés.

#### Requeriments fora de l'abast del projecte:

- Possibilitat d'obrir arxius de configuració de detectors i de restaurar des d'arxius configuracions prèviament guardades.
- Disponibilitat d'icones diversos (3) en cada detector personalitzables per als estats d'OK, Fallada i Alarma.
- Suport d'imatges en format .DXF.
- Capacitat per gestionar fins a 4 configuracions de nivells d'accés.
- Disponibilitat de botó de reinici global.

#### **Riscos**

- De recursos:
  - Empresa
    - Procés de desenvolupament poc definit. Un possible indicador d'aquest risc és el document del Pla de

desenvolupament del software que entre d'altres temes inclou el Pla de fases i iteracions. Per evitar que succeeixi, cal que el director i els membres de l'equip desenvolupador tinguin la mateixa visió del projecte en relació al calendari, als recursos i a les activitats a realitzar. En cas de succeir, una bona solució seria reunir l'equip i revisar el document del Pla de desenvolupament software per tal d'indicar quins punts cal modificar i posteriorment corregir-los.

- Temps

- Calendari poc realista. Si les tasques o activitats planificades més complexes tenen un termini de realització massa curt o uns recursos assignats insuficients, pot ser que aquest risc s'estigui produint. Per evitar-ho cal dividir sempre que sigui possible les tasques en diverses tasques més petites. D'aquesta manera, algunes d'aquestes es podrien realitzar en paral·lel i, per tant, el temps global es veuria reduït i el termini seria més realista. En cas que el risc es materialitzi cal prioritzar i reduir funcionalitats del nou software o assignar més recursos al projecte.
- Data de lliurament crítica. Un bon indicador d'aquest risc és el Pla de fases i iteracions. Si en un moment donat la diferència entre el que s'havia planificat i el que s'ha pogut fer és massa gran, el risc es podria estar materialitzant. Per impedir que això passi, les reunions de seguiment han de ser productives i assignar les activitats d'una manera realista i optimitzada. Si el risc es produeix, cal ampliar la data de lliurament.

- Tècnics:

- Abast

- Abast del projecte ampliable. Si amb els recursos disponibles els terminis no es poden anar complint, l'abast del projecte en quant a cost i esforç serà superior al previst. És per això que cal optimitzar al màxim els recursos i programar les tasques de la manera més ajustada possible. Si tot i seguir aquests passos el risc s'acaba materialitzant, caldria reduir les funcionalitats del software o posposar la data del lliurament.

Els riscos definits prèviament s'ordenen a la Taula 1 per ordre decreixent segons el grau d'exposició a cadascun d'ells en el projecte. Per calcular això s'ha tingut en compte l'impacte que suposarien sobre el projecte i la probabilitat de què es materialitzin ( $\text{Exposició} = \text{Impacte} \times \text{Probabilitat d'ocurrència}$ ). Aquests dos factors s'han consensuat entre el desenvolupador i el responsable



del suport al desenvolupament del projecte.

Nom del risc	Impacte	Probabilitat d'ocurrència (%)	Exposició al risc
Calendari poc realista	8	90	7.20
Data de lliurament crítica	5	90	4.50
Abast del projecte ampliable	3	40	1.20
Procés de desenvolupament poc definit	8	15	1.20

Taula 1. Exposició del projecte als riscos

## Dificultats

En aquest apartat s'expliquen totes aquelles situacions o requeriments que incondicionalment afectaran al desenvolupament del projecte.

- Manca de personal. El desenvolupament d'aquest projecte corre a càrrec d'una sola persona i degut a la mida del projecte l'equip responsable per desenvolupar-lo es considera petit. Aquest inconvenient pot causar petits retards en les fites del calendari. Per disminuir la seva influència en el projecte, les tasques s'han de tornar a planificar de la manera més eficient possible.
- Manca d'experiència. El projecte es desenvolupa per un estudiant i la seva experiència en aquest sentit és limitada. Tot i així, l'estudiant coneix les metodologies de desenvolupament i gestió del projecte. El principal impacte d'aquest inconvenient sobre el projecte consisteix en un producte final de menys qualitat i això es pot solucionar testejant cada funcionalitat de l'aplicació en profunditat.
- L'èxit depèn de productes nous. Una de les raons per les quals el nou software es desenvolupa és el nou detector que aviat sortirà al mercat. Donat que aquest detector és nou, no es té gaire experiència amb el seu ús. Això pot causar dificultats en la interacció amb el nou software. A més, defectes desconeguts es poden trobar i s'han de solucionar o ignorar si hi ha poques possibilitats de que s'esdevinguin.
- Hi ha requeriments de disponibilitat i seguretat estrictes. Tractant-se d'un software que monitora les 24h del dia, hi ha un requeriment evident pel que fa a disponibilitat. A més, el nou software tindrà diferents nivells d'accés i, per tant, la seguretat també hi jugarà un paper molt important. Aquest inconvenient pot fer que sigui impossible entregar el projecte en els terminis establerts i per això cal que la part del software que se n'encarrega hagi estat testejada amb molt rigor.

## 2. Estat de l'art

### Tecnologies de detecció de fum<sup>6</sup>

Avui dia, en la indústria de la seguretat i de la protecció contra incendis en edificis existeixen diferents tecnologies. Donada la naturalesa d'aquest projecte, cal comentar la tecnologia que hi ha darrere dels aparells detectors de fum.

El fum pot ser derivat d'una combustió flamígera i o bé d'una combustió ardent. Són molt diferents pel que fa a la seva estructura i composició ja que les partícules de fum d'un combustió ardent són més grans. Ara bé, qualsevol detector ha de ser capaç de respondre als dos tipus de fum.

Un dels tipus de detector de fum és el de cambra d'ionització. Aquest detecta un incendi quan les partícules de fum entren a la cambra i interfereixen amb el flux de l'ió (partícula carregada elèctricament). El flux de l'ió és sensible a la temperatura ambient, la pressió ambiental, la composició del gas i la humitat.

D'altra banda existeixen els detectors de fum òptics, que detecten el fum gràcies a la interacció de les seves partícules amb un làser o raig de llum. Amb l'ajuda del làser, el detector és capaç de mesurar la concentració de massa, la fracció de volum i la distribució de la mida del fum, i amb aquests paràmetres pot calcular-ne la quantitat. El nou detector per al que s'ha de dissenyar un software en el marc d'aquest projecte és d'aquest tipus.

També és necessari esmentar dos fenòmens físics d'especial importància: l'obscuració i la dispersió. Els sistemes d'obscuració són sensibles a l'atenuació d'un raig de llum brillant a través d'un espai. Això és així per la dispersió i absorció de llum per part de les partícules de fum. En canvi, els sistemes de dispersió, depenen de la detecció de llum dispersa de les partícules de fum suspeses en l'aire. El nou detector utilitza el fenomen d'obscuració.

A més, si comparem els detectors de fum òptics amb els que fan servir la cambra d'ionització, els primers són més sensibles a focs ardents i són més tolerants amb les condicions ambientals. Tot i així, tenen dificultats per detectar els focs flamígers amb partícules de fum petites. A més, les partícules no generades per foc, com les de pols, poden causar falses alarmes.

Tanmateix, cal dir que la combinació dels diversos tipus de detecció proporciona una cobertura més àmplia i a la vegada redueix les falses alarmes sense perdre sensibilitat.

## SenseNET

En l'actualitat, l'empresa UTC Fire & Security disposa entre d'altres d'un software anomenat SenseNET<sup>7</sup>, creat l'any 2007 amb Visual Basic, que permet el monitoratge les 24h del dia d'instal·lacions de detecció de fum. Es tracta d'un programa per a Windows que proporciona gestió centralitzada i monitoratge de fins a 127 detectors en una xarxa de comunicacions a prova d'errors.

Aquest software s'engloba dins dels Building Management Systems (BMS) que permeten gestionar edificis i que es basen en un software (aplicació SenseNET) i un hardware (detectors) que els permet supervisar el que passa dins d'aquests. Es tracta de l'automatisme integral d'immobles amb alta tecnologia.

Gràcies als Command Modules<sup>8</sup>, repetidors que permeten controlar sistemes amb molts detectors, és capaç de monitorar fins a 16 xarxes de 127 detectors cadascun. A més, pot generar mapes de localitzacions, sons d'alerta i donar instruccions a través de missatges de veu. D'altra banda, permet agrupar els detectors dins d'una mateixa zona del mapa i d'aquesta manera localitzar les alarmes amb rapidesa i facilitat.

Com es pot veure a la Figura 2, el software SenseNET es connecta físicament a un Command Module per monitorar la xarxa de detectors d'aquest.

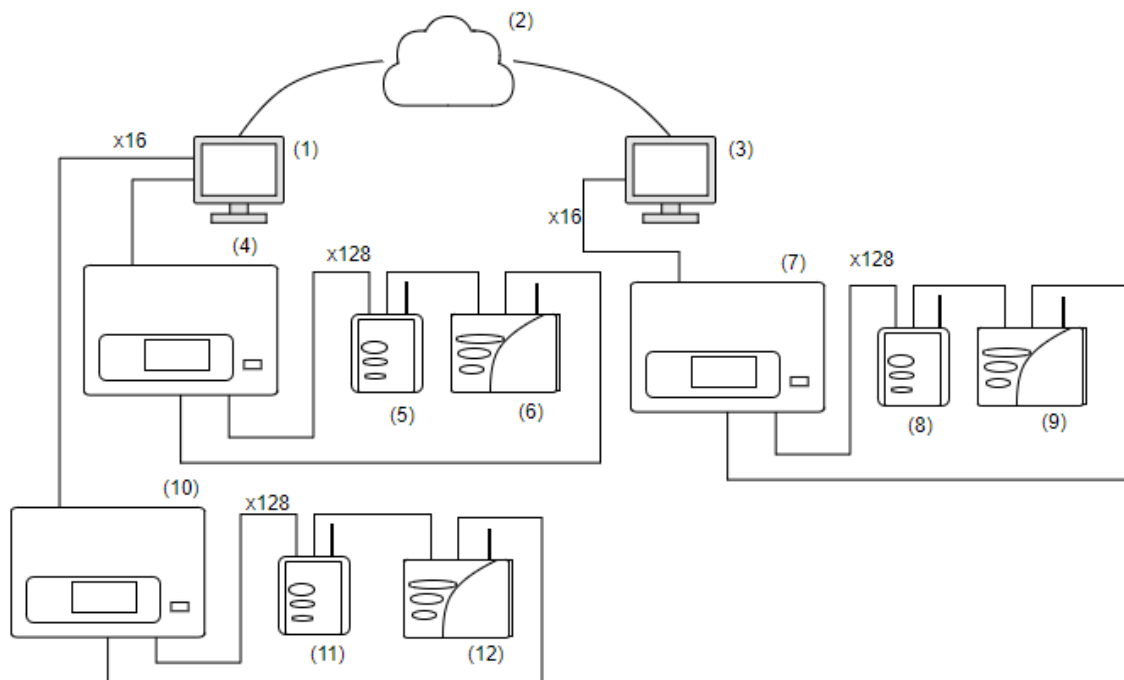


Figura 2. Instal·lació de detecció convencional

(1) Personal  
Computer  
(2) TCP / IP  
Connection

(3) Personal  
Computer  
(4) Command  
Module

(5) Detector  
(6) Detector  
(7) Command  
Module

(8) Detector  
(9) Detector

(10) Command  
Module

(11) Detector  
(12) Detector

Tot i les funcionalitats de SenseNET, a l'hora d'abordar la seva compatibilitat amb un detector de foc tècnicament millorat, es planteja la necessitat de disposar d'un nou software ben adaptat a aquest nou detector i que permeti oferir noves prestacions com, per exemple, gestionar diversos Command Modules a la vegada.

## Estudi de l'entorn

Actualment, en l'àmbit de la seguretat electrònica i de la protecció contra incendis hi ha un gran ventall d'empreses. Per al desenvolupament del nou software, ens fixem en un d'UTC Fire & Security i en softwares similars d'altres empreses, de manera que del coneixement de les seves característiques es puguin extraure informacions útils per al nostre projecte.

### ATS 8600<sup>9</sup>

Es tracta d'un software de l'empresa UTC que proporciona una interfície amb la qual gestionar i controlar des d'un lloc concret o remotament tots els paràmetres de seguretat en diversos camps, des de la intrusió en sales i la detecció de focs fins al control d'accés i la videovigilància.

Pel que fa a la intrusió, proporciona la gestió de les alarmes combinada amb el vídeo per tal de, amb rapidesa i eficiència, resoldre qualsevol alarma. També permet configurar diferents nivells d'accés a àrees restringides.

Pel que fa al foc, dona suport a diversos panells d'alarma per monitorar esdeveniments així com controlar la instal·lació del sistema d'alarmes contra incendis.

És una aplicació multilinguatge sense limitació de llicència de client, que disposa de plànols dinàmics per identificar ràpidament la localització d'una alarma.

### VisuLAN T<sup>10</sup>

Wagner Group GmbH és una empresa d'origen alemany que crea i desenvolupa solucions integrals de seguretat contra incendis, les quals es poden configurar individualment per tal de satisfer aplicacions específiques. Aquesta empresa té una aplicació anomenada VisuLAN T que mostra missatges de l'estat de sistemes de detecció de fum TITANUS d'una instal·lació. Les seves principals característiques són:

- Gestionar xarxes de fins a 250 detectors TITANUS.
- Mostrar tots els dispositius dins del pla de construcció.
- Mostrar missatge d'estat dels detectors.
- Emmagatzemar les dades referents al nivell de fum, corrent d'aire, estat dels dispositius i missatges d'errors o alarmes.
- Connectar via Ethernet els dispositius d'aspiració de fum.
- Exportar i imprimir els registres.

#### VSM4<sup>11</sup>

Xtralis Pty Ltd. forma part de Honeywell International Inc. i proporciona solucions per a la detecció d'incendis, gasos i amenaces de seguretat en instal·lacions.

Aquesta empresa disposa d'un software similar a SenseNET anomenat VSM4. Es tracta d'un software per a sistemes Windows que permet configurar, monitorar i solucionar problemes detectats en sistemes d'aspiració de fum Xtralis.

Entre les funcionalitats més destacades d'aquesta aplicació trobem:

- Capacitat de proporcionar notifikacions a través de correus electrònics i SMS en resposta a esdeveniments. Els criteris de notificació es poden configurar tot definint les condicions per les quals es generen. També permet generar notifikacions per a grups d'usuaris.
- Suport per a múltiples monitors. Es poden obrir vistes en noves finestres i arrossegant-les cap a altres monitors.
- Possibilitat de crear diversos comptes d'usuari i assignar individualment nivells d'accés i contrasenyes per a cadascun d'aquests. A més, per a objectius d'auditoria, les accions dels usuaris queden guardades en un registre del sistema i es poden veure també en una vista integrada.
- Disponibilitat d'una base de dades de registre dels esdeveniments que pot guardar les dades del sistema, la xarxa i els incidents dels dispositius.
- Possibilitat de fer servir el sistema en la llengua local i d'enviar arxius a altres usuaris que utilitzen l'aplicació en un idioma diferent. Com a funcionalitat opcional de l'aplicació, els anuncis auditius també són en el llenguatge local.

#### BACnet to Modbus gateway<sup>12</sup>

HMS Industrial Networks és una multinacional d'origen suec fundada l'any 1988 que proporciona tecnologies de comunicació per a equips d'automatització industrial.

En concret, el gateway que en aquest apartat volem comentar permet als dispositius Modbus comunicar-se en una xarxa BACnet, que és un protocol de

comunicació de dades que s'utilitza principalment en automatització d'edificis i en la indústria de ventilació i aire condicionat.

El gateway funciona com un traductor entre les dues xarxes, de manera que permet connectar Modbus RTU i Modbus TCP a xarxes BACnet/IP. El primer es connecta a través del port sèrie i el segon a través de l'Ethernet.

Les seves principals característiques són les següents:

- Pot connectar un màxim de 30 dispositius sèrie Modbus a una xarxa BACnet (processament de fins a 1000 registres Modbus).
- Un servidor web integrat permet gestionar incidències mitjançant el navegador.
- Pot reiniciar tota la configuració, i així tornar a l'adreça IP per defecte.

### Conclusions de l'estudi

Com hem pogut veure, les empreses produeixen solucions de software específiques, que es puguin adaptar correctament als dispositius que elles mateixes han creat o que fan servir. Això és així perquè disposen de tota la informació necessària, com poden ser les especificacions tècniques dels dispositius, i de les instal·lacions físiques.

En aquest cas, tot això es fa més evident perquè l'empresa ja disposa d'un software que realitza funcionalitats similars a les que ha de tenir el nou software. Més concretament, SenseNET fa servir protocols de comunicació propis dels dispositius de l'empresa que serviran per desenvolupar les noves comunicacions.

Finalment, un cop avaluats diversos softwares aliens per a dispositius de detecció de foc, creiem que hi ha algunes funcionalitats que es poden adoptar i incorporar en el nostre software, com per exemple:

- Mostrar els dispositius dins del pla de construcció.
- Mostrar l'estat dels detectors.
- Emmagatzemar les dades referents a l'estat dels dispositius, així com missatges d'error o alarma.
- Exportar i imprimir els registres.
- Proporcionar notifikacions a través de correus electrònics.
- Donar suport per a múltiples monitors, obrint vistes en noves finestres que es poden arrossegat a altres monitors.
- Fer servir el sistema en l'idioma local o en altres idiomes disponibles.
- Reiniciar tota la configuració.

Considerant que SenseNET no disposa de la major part d'aquestes funcionalitats, i havent-se dissenyat un nou detector, sembla convenient treballar en el desenvolupament d'un software ad hoc que aprofiti les prestacions del detector esmentat.

### 3. Metodologia i rigor

Els mètodes i eines als que es refereix aquest apartat han estat definits pel director del projecte tenint en compte els procediments habituals de l'empresa UTC. D'altra banda, el desenvolupador del projecte és coneixedor de mètodes de treball i d'eines de seguiment molt similars a les proposades.

#### Mètodes de treball

El Rational Unified Process (RUP)<sup>13</sup> és un procés iteratiu d'enginyeria del software que proporciona un enfocament disciplinat per l'assignació de tasques i responsabilitats dins d'una organització de desenvolupament. El seu objectiu és assegurar la producció de software d'alta qualitat que compleixi amb les necessitats dels seus usuaris finals dins d'un calendari i pressupost previsibles.

RUP divideix el cicle de vida dels projectes en quatre fases: Inception, Elaboration, Construction i Transition. A la primera, el principal objectiu és definir l'abast del projecte calculant-ne el cost i el pressupost disponible. A la segona fase, l'objectiu és mitigar els elements de risc identificats fins el final de la mateixa. A la tercera, com el seu nom indica, la construcció del sistema de software. Per últim, en la quarta fase es tracta de traslladar el sistema de l'entorn de desenvolupament al de producció, fent-lo disponible i entenedor per a l'usuari final.

A la Figura 3 es poden veure les diferents fases definides en el paràgraf anterior, la seva evolució al llarg del temps i el volum de feina a realitzar en cadascuna per a les diverses disciplines implicades.

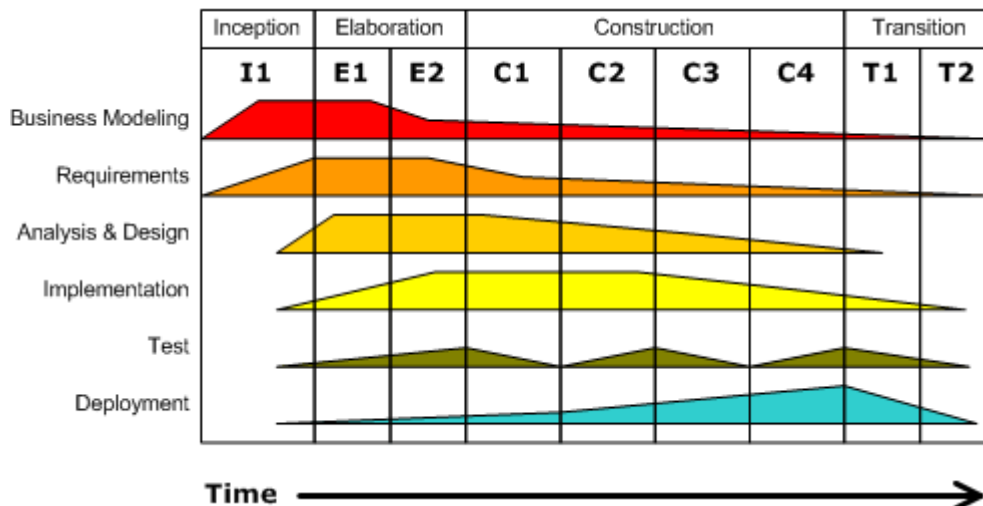


Figura 3. Fases del Rational Unified Process (RUP)

Font: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rational\\_Unified\\_Process#/media/File:Development-iterative.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Rational_Unified_Process#/media/File:Development-iterative.png)

## Eines de seguiment

Apache Subversion<sup>14</sup>, sovint abreujat com a SVN, és una eina de control de versions de codi obert basada en un repositori molt similar a un sistema de fitxers. Fa servir el concepte de revisió per guardar els canvis produïts en el repositori i permet a l'usuari crear, copiar i esborrar carpetes amb total llibertat. Subversion pot accedir al repositori a través de xarxes, cosa que li permet ser utilitzat per usuaris en diferents ordinadors i això facilita la col·laboració entre ells.

## Mètode de validació

El principal actor encarregat de realitzar la validació és el grup de garantia de qualitat. El responsable del desenvolupament del software, un cop tingui una versió acabada, es comunicarà sovint amb aquest grup per corregir totes aquelles incidències que puguin sorgir durant la validació. En aquest sentit, una de les eines que s'utilitzarà és HP Quality Center<sup>15</sup>. Es tracta d'un software de gestió de qualitat de Hewlett Packard que inclou gestió de requeriments i gestió de tests. Es pot utilitzar en sistemes Windows amb el navegador Internet Explorer.



## 4. Especificacions del projecte

### Diagrama de casos d'us

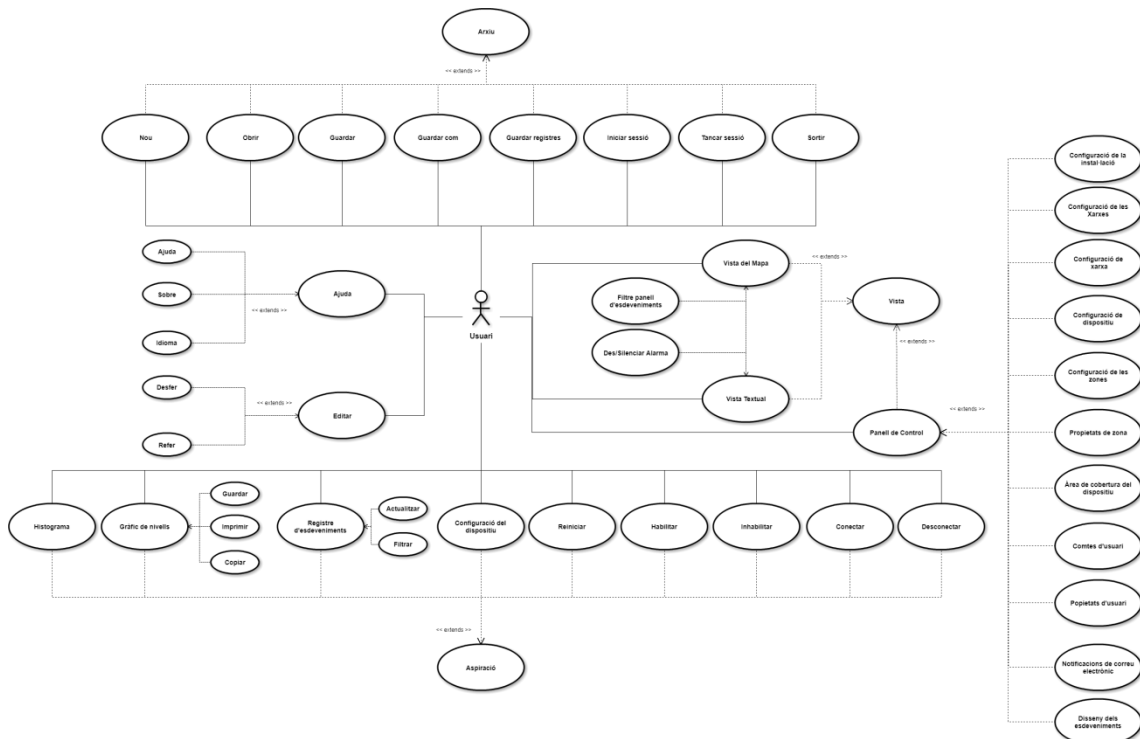


Figura 4. Diagrama de casos d'ús

### Descripció dels casos d'us

#### Arxiu

#### Nou

El sistema proporciona l'opció de crear un nou projecte. Per accedir a aquesta opció es requereix contrasenya d'administrador. Un cop seleccionada, l'usuari pot accedir al Panell de control per tal de configurar les dades del projecte.

#### Flux basic

1. L'usuari selecciona l'opció "Nou" del menú "Arxiu".
2. El sistema demana la contrasenya d'administrador.
3. L'usuari escriu les credencials correctament.
4. El sistema crea un projecte nou i mostra la pagina principal del Panell de control.

#### Fluxos alternatius

1. L'usuari selecciona l'opció "Nou" del menú "Arxiu".
  - 1.1. El sistema informa que existeixen canvis sense guardar i demana

confirmació per tancar el projecte que esta obert.

1.2. L'usuari accepta tancar el projecte obert sense guardar els canvis.

1.3. El sistema no guarda els canvis del projecte obert i el tanca.

1. L'usuari selecciona l'opció "Nou" del menú "Arxiu".

1.1. El sistema informa que existeixen canvis sense guardar i demana confirmació per tancar el projecte que esta obert.

1.2. L'usuari cancel·la l'acció de tancar el projecte obert.

2. El sistema demana la contrasenya d'administrador.

2.1. L'usuari escriu les credencials de manera incorrecta.

2.2. El sistema informa que les credencials introduïdes no son les correctes.

2. El sistema demana la contrasenya d'administrador.

2.1. L'usuari cancel·la el procés.

2.2. El sistema retorna a la finestra principal de l'aplicació sense cap projecte obert.

### *Postcondicions*

- L'aplicació te un projecte nou obert.
- L'aplicació es queda a la finestra principal sense cap projecte obert.

### *Obrir*

El sistema dona l'opció d'obrir un projecte existent del sistema d'arxius. Per accedir a aquesta opció es requereixen permisos d'operador o administrador.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Obrir" del menú "Arxiu".
2. El sistema mostra un diàleg d'arxiu.
3. L'usuari selecciona un arxiu del sistema d'arxius amb l'extensió correcta.
4. L'usuari accepta la selecció.
5. El sistema demana les credencials.
6. L'usuari introdueix les credencials correctes.
7. El sistema carrega el projecte de l'arxiu seleccionat.

### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Obrir" del menú "Arxiu".
  - 1.1. El sistema informa que hi ha canvis sense guardar i demana confirmació per tancar el projecte obert.
  - 1.2. L'usuari accepta tancar el projecte obert sense guardar els canvis.
  - 1.3. El sistema no guarda els canvis del projecte obert i el tanca.
1. L'usuari selecciona l'opció "Obrir" del menú "Arxiu".
  - 1.1. El sistema informa a l'usuari que hi ha canvis sense guardar i demana confirmació per tancar el projecte obert.
  - 1.2. L'usuari cancel·la l'acció de tancar el projecte obert.
2. El sistema mostra un diàleg d'arxiu.
  - 2.1. L'usuari cancel·la el diàleg d'arxiu.
5. El sistema demana les credencials.
  - 5.1. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
  - 5.2. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no son les correctes.
5. El sistema demana les credencials.
  - 5.1. L'usuari cancel·la el procés.

### *Postcondicions*

- El projecte seleccionat per l'usuari es carrega correctament.
- El sistema torna a la finestra principal de l'aplicació sense cap projecte obert.

### *Guardar*

El sistema dona l'opció de guardar el projecte que està obert. Per accedir a

aquesta opció no es requereixen permisos especials.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
2. Si el projecte no havia estat guardat encara, el sistema obre un diàleg d'arxiu.
3. L'usuari tria el destí del projecte, li dona un nom i accepta la selecció.
4. El sistema guarda els canvis del projecte a l'arxiu corresponent.

#### *Precondicions*

- L'aplicació té un projecte obert i aquest té canvis sense guardar.

#### *Postcondicions*

- Els canvis que tenia el projecte queden guardats a l'arxiu corresponent del sistema d'arxius.

#### *Guardar com*

El sistema dona l'opció de guardar el projecte que està obert amb un nom nou i en el destí que l'usuari triï del sistema d'arxius de l'ordinador.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Guardar com" del menú "Arxiu".
2. El sistema obre un diàleg d'arxiu.
3. L'usuari tria el destí del projecte, li dona un nom i accepta la selecció.
4. El sistema guarda els canvis del projecte a l'arxiu corresponent.

#### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Guardar com" del menú "Arxiu".
2. El sistema obre un diàleg d'arxiu.
3. L'usuari cancel·la el procés.

#### *Precondicions*

- L'aplicació té un projecte obert.

#### *Postcondicions*

- El projecte queda guardat a l'arxiu que l'usuari ha especificat del sistema d'arxius del seu ordinador.

#### *Guardar registres*

El sistema dona l'opció de guardar els registres del projecte que està obert en un arxiu de format .csv i en el destí que l'usuari triï del sistema d'arxius del seu

ordinador.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Guardar registres" del menú "Arxiu".
2. El sistema mostra un diàleg d'arxiu.
3. L'usuari tria el directori on guardar els registres del projecte obert, dona un nom a l'arxiu i accepta la selecció.
4. El sistema guarda el registres al directori especificat per l'usuari en un arxiu amb el nom corresponent.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert.
- El projecte obert té com a mínim un registre.

### *Postcondicions*

- Els registres del projecte obert queden guardats a l'arxiu del directori que l'usuari ha especificat.

### *Iniciar sessió*

El sistema dona l'opció d'iniciar sessió amb un comte existent en el sistema. No es requereixen permisos especials per accedir a aquesta opció.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Iniciar sessió" del menú "Arxiu".
2. El sistema demana credencials.
3. L'usuari introdueix unes credencials d'un usuari existent al sistema.
4. El sistema notifica a l'usuari que ha iniciat sessió correctament i genera un registre indicant l'inici de sessió.

### *Fluxos alternatius*

2. El sistema demana credencials.
3. L'usuari introdueix unes credencials d'un comte inexistent.
4. El sistema informa que les credencials no s'ajusten a cap comte.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert.

### *Postcondicions*

- L'usuari inicia sessió amb èxit.
- El sistema notifica a l'usuari que les dades introduïdes no coincideixen amb cap comte existent.

### *Tancar sessió*

El sistema dona l'opció de tancar sessió.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Tancar sessió" del menú "Arxiu".
2. El sistema tanca la sessió de l'usuari i genera un registre indicant el tancament de la sessió.

#### *Precondicions*

- Hi ha una sessió iniciada al sistema.

#### *Postcondicions*

- No hi ha cap sessió iniciada a l'aplicació.

### *Sortir*

Aquest cas d'us tanca l'aplicació. Per accedir-hi són necessaris permisos d'operador o administrador. Això implica que els usuaris que només tenen permisos de lectura no poden tancar l'aplicació.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Sortir" del menú "Arxiu".
2. Si cal el sistema informa que hi ha canvis sense guardar i demana confirmació per tancar el projecte obert.
3. L'usuari accepta tancar el projecte obert.
4. El sistema demana credencials.
5. L'usuari escriu les credencials correctes.
6. El sistema tanca l'aplicació.

#### *Fluxos alternatius*

2. Si cal el sistema informa que hi ha canvis sense guardar i demana confirmació per tancar el projecte obert.
  - 2.1. L'usuari cancel·la el procés.
4. El sistema demana credencials.
  - 4.1. L'usuari cancel·la el procés.
4. El sistema demana credencials.
  - 4.1. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
  - 4.2. El sistema informa que les credencials introduïdes no son les adequades.

### *Postcondicions*

- L'aplicació es tanca.
- El sistema retorna a la finestra principal de l'aplicació sense cap projecte obert.

### *Editar*

L'àmbit d'actuació d'aquest menú es limita al Panell de control perquè aquesta vista és aquella on es poden editar els diferents paràmetres del projecte obert.

### *Desfer*

L'opció "Desfer" del menú "Editar" permet revertir els canvis que s'hagin realitzat al projecte des de l'últim cop en que aquest s'ha guardat. Així doncs, només està disponible quan hi ha canvis sense guardar i, per tant, es necessiten permisos d'administrador per poder-la dur a terme. A més, sempre que l'opció refer estigui disponible, aquesta opció estarà inhabilitada. L'aplicació només permet un nivell de canvis.

### *Flux bàsic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Desfer" del menú "Editar"
2. El sistema desfà els canvis que el projecte tenia sense guardar.
3. El sistema inhabilita l'opció "Guardar" i habilita l'opció "Refer".

### *Precondicions*

- Hi ha canvis sense guardar al projecte.
- L'usuari disposa de permisos d'administrador.

### *Postcondicions*

- Els canvis que no s'havien guardat es desfan.

### *Refer*

L'opció "Refer" del menú "Editar" permet tornar a produir els canvis que s'hagin desfet amb l'opció "Desfer" del mateix menú. Aquesta opció només està disponible si prèviament s'ha premut l'opció "Desfer" i si es tenen permisos d'administrador. El seu àmbit d'actuació es limita únicament al Panell de control.

### *Flux bàsic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Refer" del menú "Editar"
2. El sistema refà els canvis que el projecte tenia sense guardar.
3. El sistema habilita l'opció "Guardar" i habilita l'opció "Desfer".

### *Precondicions*

- L'opció desfer s'ha premut.
- L'usuari disposa de permisos d'administrador.

### *Postcondicions*

- Els canvis que no s'havien guardat tornen a ser visibles.

## **Aspiració**

### *Histograma*

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector.
2. L'usuari selecciona l'opció "Histograma" del menú "Aspiració".
3. El sistema mostra la vista d'Histograma del detector seleccionat.

### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.
- El detector seleccionat no és l'arrel de la xarxa.

### *Postcondicions*

- L'Histograma del detector seleccionat es mostra.

## **Gràfic de nivells**

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Gràfic de nivells" del menú "Aspiració".
2. El sistema mostra el gràfic de nivells.

#### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari selecciona l'opció "imprimir" del menú "Arxiu" del "Gràfic de nivells".
4. El sistema mostra un diàleg d'impressora.
3. L'usuari selecciona l'opció "Guardar com" del menú "Arxiu" del "Gràfic de nivells".
4. El sistema mostra un diàleg d'arxiu que permet seleccionar un directori on guardar l'arxiu i especificar-ne el nom.



3. L'usuari selecciona l'opció "Copiar" del menú "Edició" del "Gràfic de nivells".
4. El sistema notifica que el gràfic s'ha copiat al porta papers.

#### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.
- El detector seleccionat no és l'arrel de la xarxa.

#### *Postcondicions*

- Es mostra el gràfic de nivells del detector seleccionat.

#### *Registre d'esdeveniments*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Registre d'esdeveniments" del menú "Aspiració".
2. El sistema mostra el registre d'esdeveniments.

#### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.

#### *Postcondicions*

- Es mostra el registre d'esdeveniments.

#### *Configuració del detector*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Configuració del detector" del menú "Aspiració".
2. El sistema mostra la configuració del detector.

#### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.

#### *Postcondicions*

- Es mostra la configuració del detector.

### *Reiniciar*

Quan es selecciona un detector, si es selecciona l'opció de reinici, qualsevol error o alarma lligada a aquell detector es reinicia. Si l'alarma o l'error tornen a aparèixer després de reiniciar el detector, aleshores l'origen de l'error o l'alarma segueix vigent.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Configuració del detector" del menú "Aspiració".
2. En cas de ser necessari, el sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. El sistema reinicia el detector seleccionat.

### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Configuració del detector" del menú "Aspiració".
2. El sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
4. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.

### *Postcondicions*

- El detector seleccionat ha estat reiniciat.

### *Habilitar*

Quan es selecciona un detector, si es selecciona l'opció habilitar, si el detector estava en estat "Aïllat", deixar aquest estat i tornar a formar part de la xarxa en la que estava. L'estat aïllat permet fer proves amb un detector sense que la xarxa a la que pertany es vegi afectada. Per dur a terme aquesta funció es requereixen permisos d'administrador o d'operador.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Habilitar" del menú "Aspiració".
2. En cas de ser necessari, el sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. El sistema habilita el detector seleccionat.

### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Habilitar" del menú "Aspiració".
2. El sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
4. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.

### *Postcondicions*

- El detector seleccionat queda habilitat.

### *Inhabilitar*

Quan es selecciona un detector, si es selecciona l'opció inhabilitar, si el detector estava habilitat, deixa aquest estat i s'aïlla de la seva xarxa. L'estat aïllat permet fer proves amb un detector sense que la xarxa a la que pertany es vegi afectada. Per dur a terme aquesta funció es requereixen permisos d'administrador o d'operador.

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Inhabilitar" del menú "Aspiració".
2. En cas de ser necessari, el sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. El sistema inhabilita el detector seleccionat.

### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona un detector i l'opció "Inhabilitar" del menú "Aspiració".
2. El sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
4. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

### *Precondicions*

- Hi ha un detector seleccionat.
- La connexió existeix amb el detector seleccionat.

### *Postcondicions*

- El detector seleccionat queda inhabilitat.

### *Connectar*

Aquesta opció del menú d'aspiració permet realitzar la connexió amb les xarxes del projecte. Si algun dels paràmetres introduïts a la secció corresponent del panell de control no es correcte o les connexions físiques no estan establertes, el sistema informa a l'usuari d'aquest fet. Per poder accedir a aquesta opció es necessari esta a la Vista del mapa o a la Vista textual i que no hi hagi una connexió vigent. Finalment, aquesta opció requereix permisos d'administrador o d'operador.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Connectar" del menú "Aspiració".
2. En cas de ser necessari, el sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. El sistema inicia la connexió amb les xarxes del projecte.

#### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Connectar" del menú "Aspiració".
2. El sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
4. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

#### *Precondicions*

- No hi ha una connexió vigent.
- L'usuari es troba a la Vista del mapa o a la Vista textual.

#### *Postcondicions*

- La connexió amb les xarxes queda establerta.
- La connexió amb les xarxes no s'ha pogut establir.

### *Desconnectar*

A traves d'aquesta opció del menú d'aspiració es pot fer la desconnexió amb les xarxes del projecte. Per poder accedir a aquesta opció es necessari esta a la Vista del mapa o a la Vista textual i que hi hagi una connexió vigent. Finalment, aquesta opció requereix permisos d'administrador o d'operador.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Desconnectar" del menú "Aspiració".
2. En cas de ser necessari, el sistema demana credencials d'operador o d'administrador.

3. El sistema tanca la connexió amb les xarxes del projecte.

#### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Desconnectar" del menú "Aspiració".
2. El sistema demana credencials d'operador o d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
4. El sistema informa a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

#### *Precondicions*

- Hi ha una connexió vigent.
- L'usuari es troba a la Vista del mapa o a la Vista textual.

#### *Postcondicions*

- La connexió amb les xarxes del projecte queda tancada.

#### *Vista*

##### *Vista del mapa*

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona la "Vista del mapa" del menú "Arxiu".
2. El sistema mostra la zona principal, totes les altres zones afegides per l'usuari i els registres d'esdeveniments.

#### *Fluxos alternatius*

- 2.1 L'usuari selecciona un detector assignat a una altra zona.
- 2.2 El sistema obre el mapa d'aquella zona.
2. \*
- 2.1. L'usuari passa per sobre d'un detector amb una àrea de cobertura definida.
- 2.2. El sistema mostra aquella àrea al mapa.
2. \*
- 2.1. L'usuari selecciona l'opció de silenciar l'alarma.
- 2.2. El sistema silencia l'àudio.
2. \*
- 2.1. L'usuari reinicia un detector.
- 2.2. El sistema fa desaparèixer les àrees afectades i les caixes de text de les alarmes.
2. \*

- 2.1. L'usuari selecciona una zona.
- 2.2. El sistema mostra la zona corresponent i tots els seus detectors.

#### *Postcondicions*

- Es mostra la Vista del mapa.
- Es mostra una zona del mapa.
- L'àudio d'una alarma queda emmudit.
- Les àrees afectades i les caixes de text de les alarmes desapareixen.

#### *Filtre panell d'esdeveniments*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "filtrar" dels d'esdeveniments.
2. El sistema mostra les diferents opcions de filtratge.
3. L'usuari selecciona una o diverses d'aquestes opcions.
4. L'usuari accepta la selecció.
5. El sistema aplica el filtre i mostra aquells esdeveniments que entren dins la selecció.

##### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari cancel·la el procés.
4. El sistema no modifica els registres mostrats.
4. L'usuari cancel·la la selecció.

#### *Precondicions*

- S'ha registrat com a mínim un esdeveniment.

#### *Postcondicions*

- Els esdeveniments que compleixen les condicions dels filtres seleccionats es mostren.

#### *Silenciar / Desilenciar alarma*

##### *Flux bàsic*

1. L'usuari selecciona l'opció silenciar.
2. El sistema emmudeix el so de l'alarma.
1. L'usuari selecciona l'opció desilenciar.
2. El sistema posa en marxa l'alarma.

##### *Fluxos alternatius*

2. El sistema requereix permisos d'administrador.

3. L'usuari introdueix credencials d'administrador.
  4. El sistema silencia o de silencia l'alarma.
- 
2. El sistema requereix credencials d'administrador.
  3. L'usuari introdueix unes credencials incorrectes.
  4. El sistema informe a l'usuari que les credencials introduïdes no són les adequades.

#### *Precondicions*

- Hi ha com a mínim una alarma.

#### *Postcondicions*

- L'alarma queda silenciada o es posa en marxa.
- L'alarma manté l'estat previ a l'acció de l'usuari.

#### *Vista textual*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Vista textual" del menú "Arxiu".
2. El sistema mostra la zona principal, amb informació sobre els seus detectors, totes les altres zones i el registre d'esdeveniments.

##### *Fluxos alternatius*

2. \*
- 2.1 L'usuari selecciona una zona.
- 2.2 El sistema mostra la informació dels detectors de la zona seleccionada.

#### *Postcondicions*

- Es mostra la "Vista textual".
- La informació dels detectors d'una zona es mostrada.

#### *Panell de control*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Panell de control" del menú "Vista".
2. El sistema demana credencials d'administrador.
3. L'usuari introdueix unes credencials correctes.
4. El sistema mostra la finestra principal del Panell de control.

##### *Fluxos alternatius*

2. El sistema demana permisos d'administrador.

- 2.1 L'usuari escriu unes credencials incorrectes.
- 2.2 El sistema informa que les credencials introduïdes son incorrectes.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.

#### *Postcondicions*

- La finestra principal del Panell de control es mostra.

#### *Configuració del projecte*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona la configuració del projecte.
2. El sistema mostra les dades del projecte.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- La configuració del projecte es mostra.

#### *Configuració de les xarxes*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona la de configuració de xarxes.
2. El sistema mostra la configuració de xarxes.

##### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Afegir xarxa".
  2. El sistema crea una nova xarxa amb dades per defecte.
- 
1. L'usuari selecciona una xarxa de les existents al projecte.
  2. L'usuari selecciona l'opció "Esborrar xarxa".
  3. El sistema esborra la xarxa seleccionada.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- La configuració de xarxes es mostra.



- S'ha afegit una nova xarxa al projecte.
- S'ha esborrat una xarxa del projecte.

#### Configuració de xarxa

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona una xarxa del projecte.
2. El sistema mostra les dades de la xarxa corresponent.

##### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari selecciona l'opció d'escanejar la xarxa.
4. El sistema busca detectors i els afegeix a la xarxa seleccionada.
3. L'usuari selecciona l'opció d'escanejar la xarxa.
4. El sistema informa que no s'ha pogut realitzar la connexió i que es comprovin els paràmetres i les connexions físiques.
3. L'usuari selecciona una adreça de detector.
4. El sistema troba un detector amb l'adreça especificada i l'afegeix a la xarxa seleccionada.
3. L'usuari selecciona una adreça de detector.
4. El sistema no troba cap detector amb l'adreça especificada i ho comunica a l'usuari.

##### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

##### *Postcondicions*

- La configuració de la xarxa seleccionada es mostra.
- S'han afegit detectors a la xarxa.
- Un missatge d'error en la connexió es mostra.

#### Configuració de detector

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector vinculat a una xarxa.
2. El sistema mostra les dades del detector seleccionat.

##### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari canvia l'àrea assignada del detector.
4. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".

5. El sistema guarda els canvis referents al detector al projecte.
3. L'usuari selecciona l'opció d'esborrar el detector.
4. El sistema demana confirmació.
5. L'usuari confirma l'operació.
6. El sistema esborra el detector de la xarxa a la que estava assignat.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- La configuració del detector seleccionat es mostra.
- El detector s'ha esborrat de la xarxa a la que estava vinculat i es mostra la configuració de la xarxa en qüestió.
- El detector s'ha assignat a una altra àrea.

#### *Configuració de zones*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona la configuració de zones.
2. El sistema mostra la configuració de les zones del projecte.

##### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Afegir zona" en la configuració de zones.
2. El sistema crea una nova zona amb les dades per defecte.
1. L'usuari selecciona una zona de les existents al projecte.
2. L'usuari selecciona l'opció "Esborrar zona".
3. El sistema esborra la zona seleccionada.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- La configuració de les zones es mostra.
- S'ha afegit una nova zona al projecte.
- S'ha esborrat una zona existent del projecte.

#### *Propietats de zona*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona una zona del projecte.
2. El sistema mostra la configuració de la zona seleccionada.

#### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari selecciona l'opció per afegir un arxiu de so.
4. El sistema mostra un diàleg d'arxiu que permet seleccionar arxius .wav i .mp3.
5. L'usuari selecciona un arxiu vàlid i accepta la selecció.
6. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
7. El sistema guarda els canvis.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- El nom de la zona s'ha modificat.
- La imatge de fons de la zona s'ha modificat.
- La mida de la imatge de fons s'ha modificat.
- Els àudios i textos per les diferents alertes a la zona s'han modificat.
- L'àudio d'una de les alertes s'ha reproduït.

#### *Àrea de cobertura del detector*

##### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un detector assignat a una zona.
2. El sistema mostra la zona, l'àrea de cobertura del detector si la té definida, i la resta de detectors.

##### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari reinicia la zona de cobertura del detector seleccionat.
4. L'usuari dibuixa una nova zona de cobertura.
5. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
6. El sistema guarda els canvis.

#### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

#### *Postcondicions*

- La zona de cobertura del detector s'ha modificat.

## Comtes d'usuari

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona els comtes d'usuari.
2. El sistema mostra els comtes d'usuari.

### *Fluxos alternatius*

1. L'usuari selecciona l'opció "Afegir usuari".
2. El sistema crea un nou usuari amb les dades per defecte i nivell d'accés públic.

1. L'usuari selecciona un usuari dels existents al projecte.
2. L'usuari selecciona l'opció "Esborrar usuari" dels comtes d'usuari.
3. El sistema esborra l'usuari seleccionat.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

### *Postcondicions*

- Els comtes d'usuari es mostren.
- S'ha afegit un nou usuari al projecte.
- S'ha esborrat un usuari existent del projecte.

## Propietats d'usuari

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona un usuari del projecte.
2. El sistema mostra les dades de l'usuari seleccionat.

### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari modifica les dades de l'usuari seleccionat.
4. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
5. El sistema guarda els canvis de l'usuari.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

### *Postcondicions*

- Les dades de l'usuari han estat modificades.

## Notificacions de correu electrònic

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona les "Notificacions de correu electrònic".
2. El sistema mostra les dades de notificació de correus.

### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari modifica les dades de notificació de correus.
  4. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
  5. El sistema guarda els canvis.
- 
3. L'usuari selecciona "Enviar correu de prova".
  4. El sistema informa que el procés s'ha realitzat sense errors o que hi ha hagut algun problema i cal revisar les dades introduïdes.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

### *Postcondicions*

- Un correu de prova s'ha enviat a tots els comtes especificats.
- Les dades de notificació per correu electrònic han sigut modificades.

## Disseny dels esdeveniments

### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Disseny dels esdeveniments".
2. El sistema mostra el disseny dels esdeveniments.

### *Fluxos alternatius*

3. L'usuari modifica les mides de l'esdeveniment.
4. L'usuari selecciona l'opció "Guardar" del menú "Arxiu".
5. El sistema guarda els canvis de disseny dels esdeveniments.

### *Precondicions*

- Hi ha un projecte obert a l'aplicació.
- La contrasenya d'administrador s'ha introduït correctament.

### *Postcondicions*

- El disseny dels esdeveniments s'ha modificat.

## Ajuda

### Ajuda

L'aplicació disposa d'una ajuda que es mostra quan l'usuari selecciona l'opció homònima del menú.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Ajuda" del menú amb el mateix nom.
2. El sistema mostra l'ajuda.
3. L'usuari selecciona un contingut específic de l'ajuda.
4. El sistema mostra el contingut seleccionat per l'usuari.
5. L'usuari surt de l'ajuda.

#### *Requeriments especials*

- El sistema d'ajuda és en format Windows i està preparat per filtre sensible al context.

#### *Fluxos alternatius*

##### *Postcondicions*

- L'ajuda i el seu contingut es mostren.

### Sobre

El sistema té una opció "Sobre" que mostra informació de la seva versió i un text de llicència. És accessible a través del menú "Ajuda". A més disposa d'un enllaç a la web oficial.

#### *Flux basic*

1. L'usuari selecciona l'opció "Sobre" del menú "Ajuda".
2. El sistema mostra el "Sobre".
3. L'usuari surt del "Sobre".

#### *Fluxos alternatius*

2. El sistema mostra el "Sobre".
  - 2.1. L'usuari selecciona l'enllaç al web oficial.
  - 2.2. El sistema obre el navegador.

##### *Postcondicions*

- El "Sobre" i el seu contingut són mostrats.
- El web de l'aplicació es mostra al navegador.

### Idioma

L'aplicació disposa dels següents idiomes: Anglès, Holandès, Alemany, Italià, Polonès, Portuguès, Espanyol i Suec. Quan es canvi l'idioma, aquest serà el que s'aplicarà en les següents inicialitzacions de l'aplicació.

### Flux basic

1. L'usuari selecciona l'opció "Idioma" del menú "Ajuda".
2. El sistema mostra un llistat del idiomes disponibles.
3. L'usuari selecciona un dels idiomes.
4. L'usuari accepta la selecció.
5. El sistema demana confirmació.
6. L'usuari confirma el canvi.
7. El sistema canvia l'idioma a aquell seleccionat per l'usuari.
8. El sistema guarda l'idioma per a futures execucions.

### Fluxos alternatius

3. L'usuari selecciona un dels idiomes disponibles.

3.1. L'usuari cancel·la la selecció.

5. El sistema demana confirmació.

5.1. L'usuari no confirma la selecció.

### Requeriments especials

- El sistema ha de manejar correctament aspectes com el format dels números, els codis de les lletres, les dates i les hores tenint en compte l'idioma.

### Postcondicions

- El sistema passa a estar en l'idioma que l'usuari ha seleccionat.
- El sistema manté l'idioma que tenia abans que el procés comences.

### Diagrama de Classes

A la Figura 5 es mostra el diagrama de classes de la part d'especificació del projecte. Les entitats que es defineixen són: Usuari, Projecte, Registre, Xarxa, Detector, Zona i Alarma. Un Projecte té Usuaris, Registres, Zones i Xarxes, una Zona i una Xarxa tenen Detectors i una Zona té Alarmes.

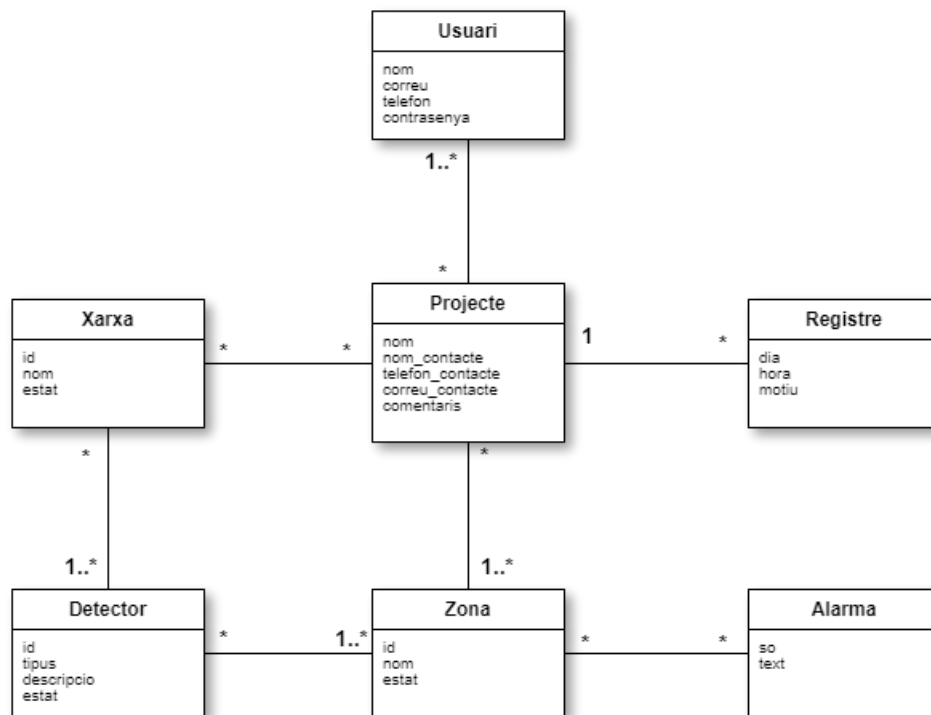


Figura 5. Diagrama de classes d'especificació

## Contractes OCL

En aquesta secció es mostren en OCL (Object Constraint Language) les operacions corresponents als casos d'ús implementats per part del responsable del projecte. A més, s'inclouen els diagrames de seqüència corresponents a aquestes operacions. L'objectiu principal és especificar les precondicions i postcondicions i les sortides d'aquestes operacions.

### Cas d'ús Vista de mapa

**Context:** Sistema :: OpenMapView()

**Pre:** ProjectProperties.ProjectnotnullandnotProjectProperties.Project.IsModified

**Post:** ProjectSite.LoopCollection.allInstances() →select( loop | loop.DeviceCollection.allInstances())→forall ( device | device.Status = DevStatus.Unknown)



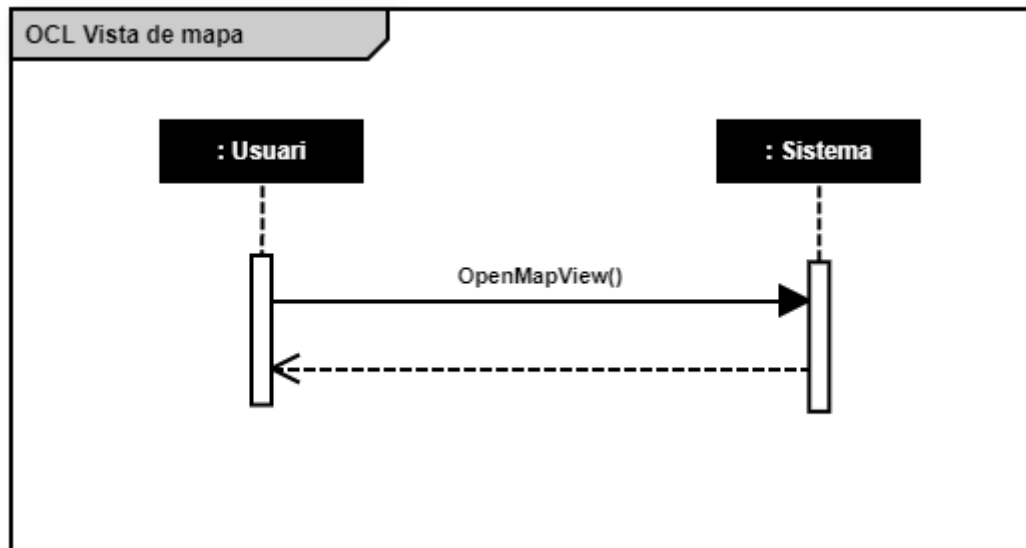


Figura 6. Diagrama de seqüència OCL OpenMapView

### Cas d'ús Desfer / Refer

**Context:** Sistema :: Undo()

**Pre:** ProjectProperties.ProjectnotnullandProjectProperties.Project.IsModified

**Post:** ProjectSite.ModifiedLoopCollection =

ProjectSite.LoopCollectionandProjectSite.ModifiedUserCollection =

ProjectSite.UserCollectionandProjectSite.ModifiedZoneCollection =

ProjectSite.ZoneCollectionandProjectSite.LoopCollection =

ProjectSite.BackupLoopCollectionandProjectSite.UserCollection =

ProjectSite.BackupUserCollectionandProjectSite.ZoneCollection =

ProjectSite.BackupZoneCollectionandProjectProperties.Project.IsModified =  
false

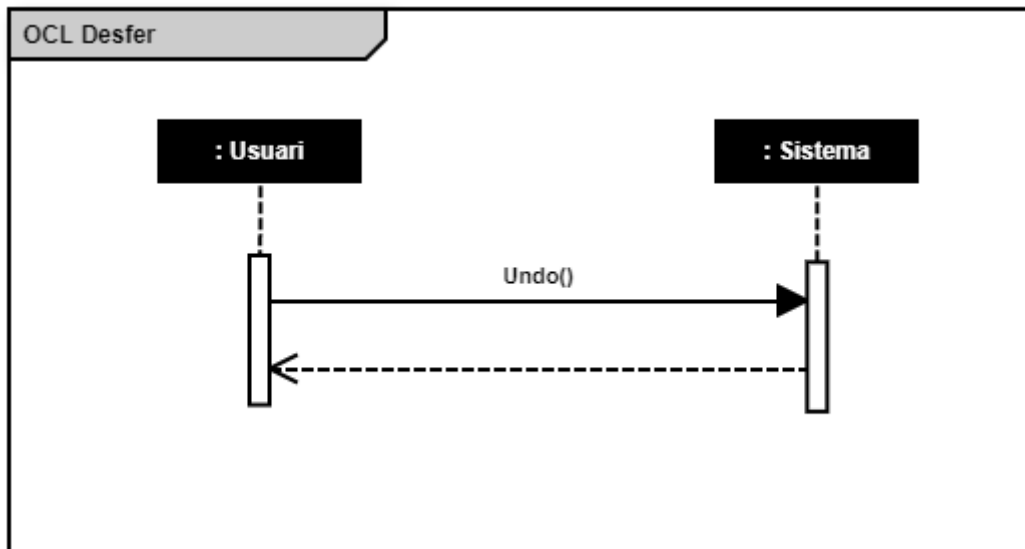


Figura 7. Diagrama de seqüència OCL Undo

**Context:** Sistema :: Redo()

**Pre:**UndoButtonPressed

**Post:**ProjectSite.LoopCollection =  
 ProjectSite.ModifiedLoopCollectionandProjectSite.UserCollection =  
 ProjectSite.ModifiedUserCollectionandProjectSite.ZoneCollection =  
 ProjectSite.ModifiedZoneCollectionandProjectProperties.Project.IsModified =  
 true

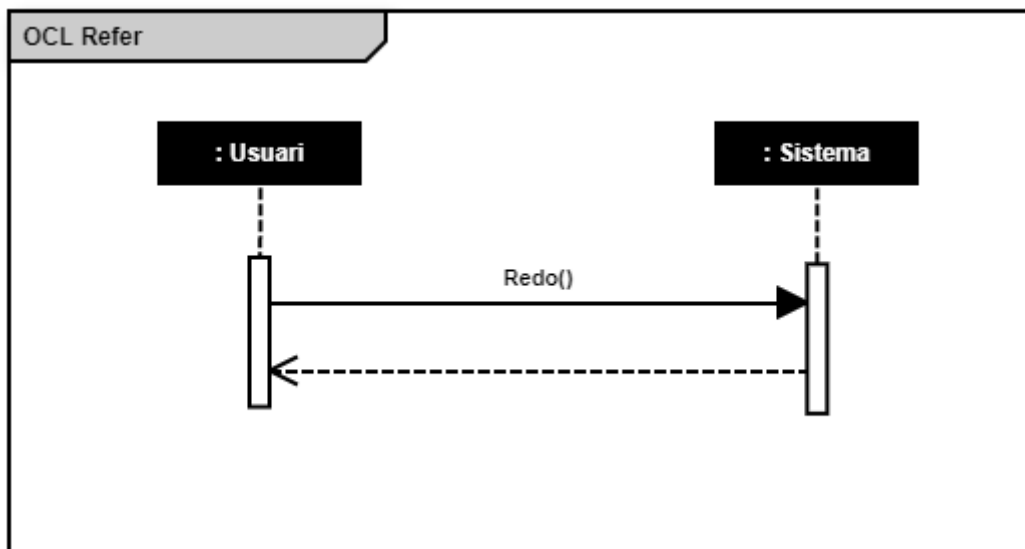


Figura 8. Diagrama de seqüència OCL Redo

### Cas d'ús Canviar Idioma

**Context:** Sistema :: UpdateLanguage(culture : String)

**Pre:** -

**Post:** Application.Current.Resources.MergedDictionaries.Remove(Application.Current.Resources.MergedDictionaries.allInstances() →select(resourceDictionary | resourceDictionary.Source.OriginalString = culture)) and  
 Application.Current.Resources.MergedDictionaries.Add(Application.Current.Resources.MergedDictionaries.allInstances() →select(resourceDictionary | resourceDictionary.Source.OriginalString= culture))  
 and Thread.CurrentThread.CurrentCulture = (c | c.ocllsNew()  
 and c.IsType(CultureInfo) and c = culture)

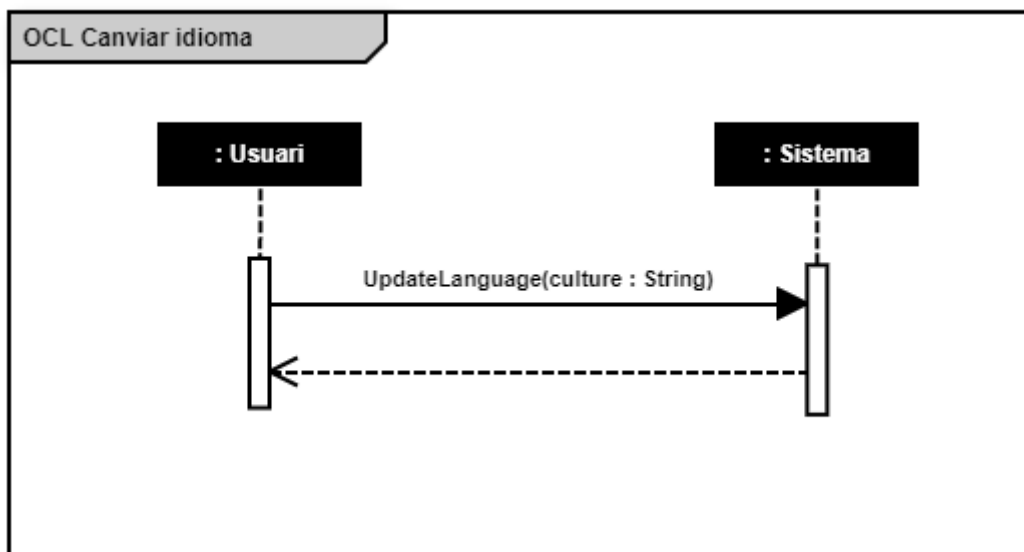


Figura 9. Diagrama de seqüència OCL UpdateLanguage

### Cas d'ús Filtrar esdeveniments

**Context:** Sistema :: ApplyFilters()

**Pre:** -

**Post:** ProjectProperties.EventCollection.AllInstances() →exists(e |

If selectedSingleDevice != null then

If !e.Source.Contains(SelectedSingleDevice.ToString()) then

e.eventVisibility = false

else

if e.Comment.Status = Alarm then

e.Visibility = AlarmChecked

```
        else if e.Comment.Status = Alarm2 then
            e.Visibility = Alarm2Checked
        else if e.Comment.Status = CommFault then
            e.Visibility = CommsFaultChecked
        else if e.Comment.Status = Fault then
            e.Visibility = FaultChecked
        else if e.Comment.Status = PreAlarm then
            e.Visibility = PreAlarmChecked
        endif
    endif
else
    if e.Comment.Status = Alarm then
        e.Visibility = AlarmChecked
    else if e.Comment.Status = Alarm2 then
        e.Visibility = Alarm2Checked
    else if e.Comment.Status = CommFault then
        e.Visibility = CommsFaultChecked
    else if e.Comment.Status = Fault then
        e.Visibility = FaultChecked
    else if e.Comment.Status = PreAlarm then
        e.Visibility = PreAlarmChecked
    endif
endif
if betweenDatesIsChecked then
```

```
if ((e.EventDateTime>endDay) || (e.EventDateTime<StartDate)) then  
    e.EventVisibility = false;  
endif  
endif )
```

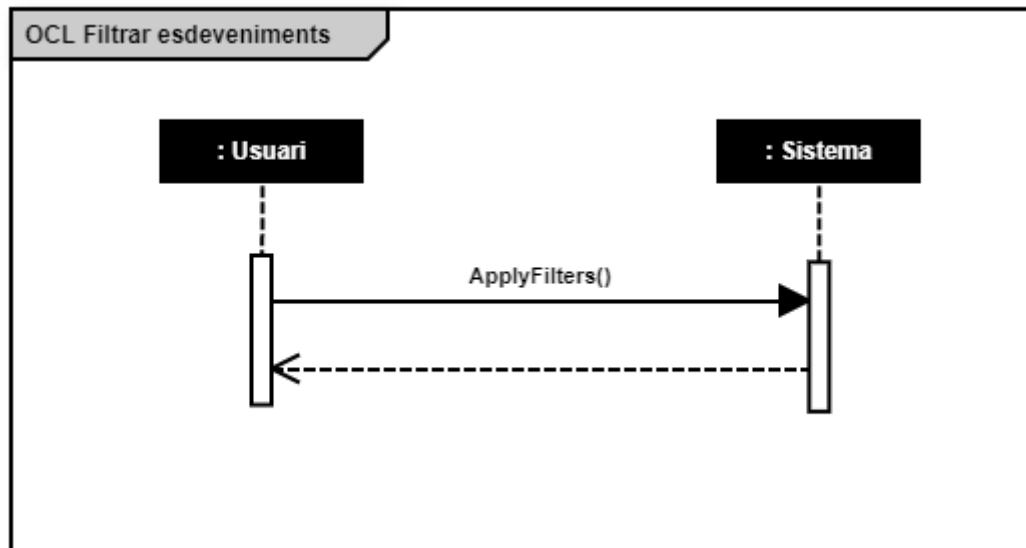


Figura 10. Diagrama de seqüència OCL ApplyFilters

## 5. Disseny del Software

### Introducció

En aquest apartat es presenta l'arquitectura lògica de l'aplicació, incloent els patrons de disseny que s'han seguit per desenvolupar-la i la seva estructura interna en termes d'operacions. En concret, les operacions mostren el curs dels esdeveniments entre l'usuari i el sistema. També s'inclou el disseny de les pantalles del sistema per aquelles funcionalitats on és rellevant i finalment, s'explica l'arquitectura física amb la que treballa l'aplicació.

### Arquitectura lògica

#### Model

L'aplicació segueix l'arquitectura en tres capes: presentació, domini i dades, i gràcies a aquesta separació es pot mantenir una independència clara entre cadascun dels nivells, facilitant així la possibilitat de fer canvis. Per exemple, si en algun moment es canvia algun aspecte de la capa de presentació, no caldrà canviar cap aspecte del domini. A continuació es descriu el contingut de cada capa i la seva principal responsabilitat.

- Capa de presentació. És allò que veu l'usuari, li comunica informació i captura les dades que aquest li subministra. També és coneguda com a interfície gràfica i ha de ser entenedora i fàcil d'utilitzar. Es comunica únicament amb la capa de domini.
- Capa de domini. Conté els fragments de codi o funcions que processen les dades introduïdes per l'usuari i en retornen els resultats. Es comunica amb la capa de presentació, per rebre les peticions de l'usuari i presentar-ne els resultats, i amb la capa de dades, per sol·licitar l'emmagatzematge o obtenció de dades.
- Capa de dades. És l'encarregada d'accedir a les dades. Esta formada per un o diversos gestors de bases de dades que realitzen l'emmagatzematge d'aquestes, reben sol·licituds per guardar dades o recuperar informació des de la capa de domini.

### Patrons de disseny

Per a seguir el model de software presentat a l'apartat anterior s'han fet servir alguns dels patrons de disseny propis de les aplicacions Windows Presentation Foundation (WPF), així com aquells patrons que s'utilitzen en la majoria d'aplicacions informàtiques.

### MVVM

L'aplicació del projecte és del tipus Windows Presentation Foundation (WPF) i s'ha construït amb l'eina Microsoft Visual Studio. Aquest tipus d'aplicació permet col·locar entre altres, controls com per exemple botons o bé desplegable en una àrea de disseny, i posteriorment escriure la lògica del codi en el mateix arxiu del formulari.

Cal tenir en compte que, a mesura que les aplicacions creixen i es modifiquen, és més difícil realitzar-ne un bon manteniment. En aquest sentit, un dels principals inconvenients és l'acoblament entre els controls d'interfície d'usuari i la lògica del codi que hi ha al darrere. Això incrementa el cost de fer canvis en la interfície i dificulta el testeig del codi.

Considerant que l'aplicació és força gran i és possible que en un futur s'hagi de modificar, en el moment d'escollir un patró de disseny, el director del projecte va suggerir el Model – Vista – Vista Model (MVVM acrònim en anglès). Aquest patró permet la separació entre capes, evitant l'acoblament abans esmentat, i millora les possibilitats de reutilitzar codi. A més, es tracta d'un patró natural per a plataformes XAML, com és el cas de Silverlight, que fa possible l'enllaç de les dades i permet connectar la interfície d'usuari al model de la vista fàcilment.

En el patró MVVM hi ha 3 components principals: el Model, la Vista i el Model de la Vista. Cadascun d'aquests té un propòsit diferent i independent de la

resta. En la Figura 11 es mostren les relacions que existeixen entre els tres components.

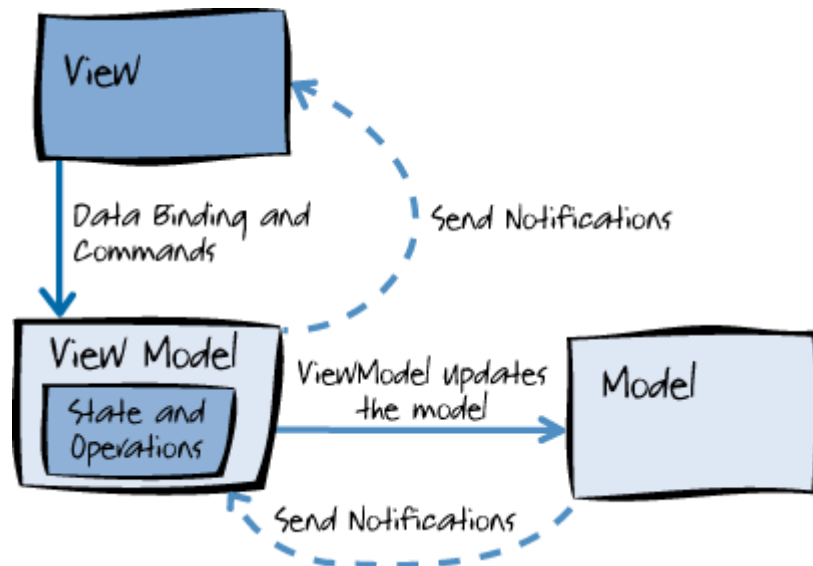


Figura 11. Esquema del patró MVVM

A part d'entendre les responsabilitats dels tres components, també és important entendre com interaccionen. Al nivell més alt, la Vista coneix el Model de la Vista, i aquest coneix el Model, però el Model desconeix el Model de la Vista, i aquest últim desconeix la vista.

El Model de la Vista aïlla la Vista de les classes del Model i permet que el Model evolucioni independentment de la Vista. Seguidament s'expliquen les principals responsabilitats dels tres components així com algun dels seus trets diferencials.

- Vista. És responsable de definir l'estructura, el disseny i l'aparença d'allò que l'usuari veu a la pantalla. Idealment, es defineix exclusivament amb XAML, amb un codi darrere limitat i que no conté cap lògica. Una vista pot tenir un model de vista propi o pot heretar el del seu pare. Obté les dades del model de vista a través de "bindings" o invocant els seus mètodes. En execució, la vista canvia quan els controls de la interfície d'usuari responen a canvis en les propietats del model de la vista.

Hi ha diverses opcions per executar codi al model de vista en resposta a interaccions a la vista. Si el control és un "CommandSource", la propietat "Command" del control es pot enllaçar a una propietat ICommand del model de vista. Quan s'invoqui el "Command" del control, s'executarà el codi del model de vista corresponent. A més dels "Commands", es poden vincular determinats comportaments a objectes de la vista i es pot esperar tant per un "Command" a ser invocat com per un esdeveniment

a generar-se. En resposta, el comportament pot invocar un ICommand o directament un mètode del model de la vista.

- Model. És una implementació del model de domini de l'aplicació que inclou un model de dades juntament amb la part lògica i de validació.
- Model de la vista. Aquest component actua com a intermediari entre la vista i el model i s'encarrega de gestionar la lògica de la vista. Normalment, interactua amb el model invocant mètodes de les seves classes. Proporciona dades del model a la vista que aquesta pugui utilitzar amb facilitat. A més, també dona implementacions d'ordres ("Commands") que l'usuari inicia a la vista. Per exemple, quan l'usuari prem un botó de la interfície gràfica, aquesta acció pot disparar una ordre del model de la vista.

Per tal que existeixi un enllaç de dades bidireccional entre el model de la vista i la vista, les propietats del primer han de provocar l'esdeveniment "PropertyChanged". Per fer-ho el model de la vista ha d'implementar la interfície "INotifyPropertyChanged" i provocar l'esdeveniment abans esmentat quan una propietat canviï.

Pel que fa a les col·leccions, es disposa de la classe "ObservableCollection" que implementa la notificació de col·lecció modificada, estalviant que el desenvolupador hagi de programar la interfície corresponent.

### *Diagrama de classes del disseny*

A la Figura 12 es mostra el diagrama de classes utilitzat en la implementació de l'aplicació SenseNET Graphics. Per a fer aquest diagrama s'han tingut en compte aquelles classes implicades en el Model del patró MVVM.

Com a classe central tenim un projecte (ProjectSite) amb la seva corresponent interfície. Aquest projecte, al seu torn, pot contenir usuaris (User), zones (Zone) i xarxes (Loop). A més els dispositius (SnetDevice) poden estar tant dins de xarxes, com dins de zones. També hi ha les alarmes (alarmlist) una per zona, els registres (LogEvent) que poden ser diversos per cada projecte i les opcions de correu electrònic (mailcontent) que indiquen per quin tipus d'alerta s'enviaran.





A la Figura 13 es pot veure com el patró defineix una operació “Instance” que permet que els clients accedeixin a la seva única instància. Es tracta d’una operació de classe que en C# es defineix com estàtica.



- Ocultar el constructor de la classe Singleton perquè els clients no puguin crear instàncies.
- Declarar a la classe Singleton una variable membre privada que tingui la referència a l'única instància que vol gestionar.
- Proporcionar a la classe Singleton una funció o propietat que doni accés

a l'única instància gestionada per ella. Els clients doncs accedeixen a la instància a través d'aquesta funció o propietat.

En el cas de l'aplicació que ens ocupa, el patró Singleton s'ha fet servir per a la classe XmlParser que s'encarrega de guardar l'arxiu de configuració i llegir-ne la informació. Amb aquesta classe ens assegurem que sempre que es vulgui accedir a les dades de configuració de l'aplicació, només es podrà fer a través d'una única instància i, per tant, diverses lectures mai donaran resultats diferents. En resum, l'aplicació tindrà uns únics paràmetres de configuració i qualsevol classe que els vulgui consultar obtindrà els mateixos resultats.

### Chain of Responsibility<sup>17</sup>

En aquest patró un objecte esperarà a que es produeixi un esdeveniment i quan això passi el gestionarà. Si es capaç de gestionar-lo per si sol, ho farà i sinó el propagarà a un altre objecte que a la vegada pugui gestionar-lo o propagar-lo més enllà. Es tracta d'un patró molt útil per implementar tipus d'escenaris de flux de treball. A la Figura 14 es pot veure el diagrama de classes que defineix aquest patró.

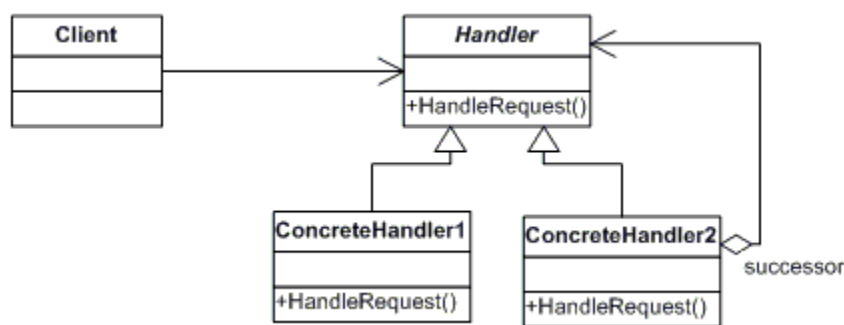


Figura 14. Patró Chain of Responsibility

Les classes i objectes que formen aquest patró són:

- Handler: descriu una interfície per a gestionar les sol·licituds.
- ConcreteHandler: gestiona les sol·licituds per les quals és responsable, pot accedir al seu successor, i si pot fer-se càrrec per si mateix de la sol·licitud ho fa, sinó li reenvia.
- Client: s'encarrega d'iniciar la sol·licitud a un objecte de la classe ConcreteHandler pertanyent a la cadena de responsabilitats.

Pel que fa a l'aplicació SenseNET Graphics, el patró Chain of Responsibility s'ha fet servir en crides a funcions de les classes base des de les seves classes derivades i també en les classes del model que disposen d'una interfície per funcionar correctament.

### Command<sup>18</sup>

El patró Command correspon a la categoria de patrons de disseny de comportament i internament es troba en les classes DelegateCommand, RoutedCommand i RelayCommand. Es tracta d'un patró que encapsula una sol·licitud com a objecte i li dóna una interfície pública. L'invocador és el responsable de processar-la.

A la Figura 15 es mostra el diagrama de classes que descriu el patró de disseny Command.

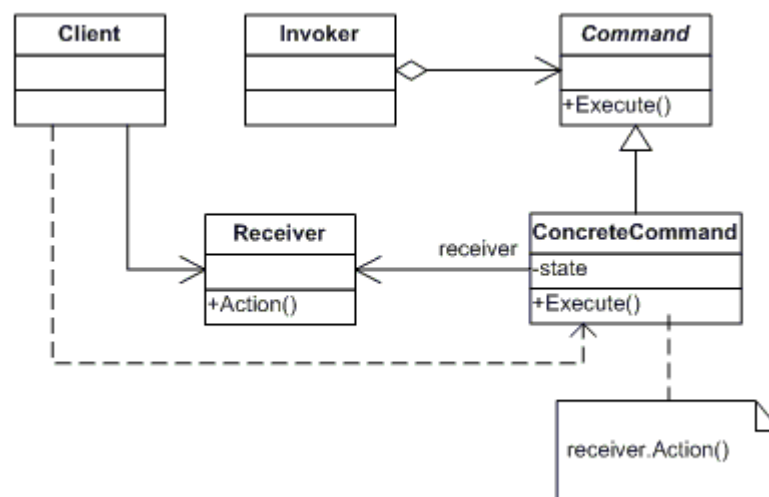


Figura 15. Patró Command

- Command: és una interfície que permet executar una acció.
- ConcreteCommand: especifica el lligam (binding) entre el receptor i l'invocador de l'acció. És el responsable d'executar l'operació corresponent del receptor.
- Client: crea un objecte de la classe ConcreteCommand i en configura el receptor.
- Invoker: utilitzarà l'objecte Command per dur a terme la sol·licitud.
- Receiver: conte la lògica operacional que s'ha de dur a terme sobre les dades.

Pel que fa a l'aplicació SenseNET Graphics, el patró Command s'ha utilitzat per enllaçar els controls del menú principal amb les funcions que s'han d'executar quan aquests s'accionen. S'ha fet servir la classe DelegateCommand de la llibreria Prism que permet vincular els mètodes Execute() i CanExecute() a una determinada interfície ICommand.

### Observador<sup>19</sup>

El patró observador permet que un subscriptor es registri i rebi notificacions d'un proveïdor. És adequat per a qualsevol escenari que requereixi imposar

notificacions perquè permet una clara separació entre dos capes de l'aplicació com són la capa de domini i la capa de presentació. El patró defineix un proveïdor (també conegut com a "Observable") i diversos observadors. Els observadors es registren amb el proveïdor i cada vegada que es produeix una condició, esdeveniment o canvi d'estat predefinit, el proveïdor els hi notifica cridant els seus mètodes. En aquesta crida també els hi pot proporcionar informació referent a l'estat actual.

A la Figura 16 es pot veure el diagrama de classes que descriu aquest patró.

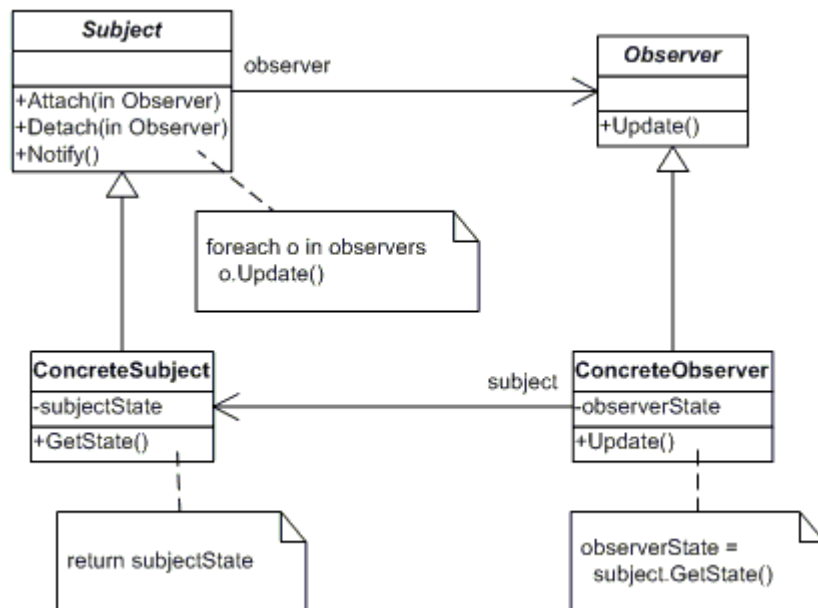


Figura 16. Patró Observer

Les classes i objectes que formen part d'aquest patró són:

- **Subject**: coneix els seus observadors que poden ser diversos. Proporciona una interfície per vincular i desvincular objectes **Observer**.
- **ConcreteSubject**: emmagatzema estats d'interès al **ConcreteObserver** i envia una notificació als seus observadors quan el seu estat canvia.
- **Observer**: defineix una interfície d'actualització per objectes que han de ser notificats dels canvis en un **Subject**.
- **ConcreteObserver**: manté una referència a un objecte de la classe **ConcreteSubject**, emmagatzema l'estat que hauria de mantenir-se al **Subject** i implementa la interfície d'actualització del observador per mantenir el seu estat consistent amb el del subjecte.

En el Framework .NET, amb el qual s'ha programat l'aplicació, el patró observador s'aplica mitjançant la implementació de les interfícies genèriques `System.IObservable<T>` i `System.IObserver<T>`. El paràmetre de tipus genèric `T` representa el tipus que proporciona informació de notificació.

D'altra banda, cal dir també que aquest patró està internament present en la relació entre les vistes i els models de vista del MVVM. Els segons actuen com a observadors de les vistes donat que quan l'usuari realitza alguna acció sobre aquestes, els avisen per a que executin la lògica de codi corresponent.

Més concretament, pel que fa a l'aplicació SenseNET Graphics, el patró Observer s'ha utilitzat pels esdeveniments que es van mostrant a la finestra inferior de manera que quan un nou esdeveniment s'afegeix a la col·lecció observable corresponent, aquest es mostra immediatament a la finestra esmentada. A més, aquest patró també s'ha fet servir per a monitorar les diferents xarxes i usuaris d'un mateix projecte.

### Diagrames de seqüència

Un cop explicat el model i els patrons de disseny que s'han seguit per a desenvolupar l'aplicació SenseNET Graphics, podem tenir una idea general de com funciona el sistema. No obstant, si volem mostrar com interaccionen els diferents components com són les vistes, els models de vista i els models hem d'entrar més en detall. En concret, per a veure aquesta interacció, en aquest apartat es mostren els diagrames de seqüència que es van dissenyar durant el desenvolupament del projecte.

#### *Vista de mapa*

Al diagrama de seqüència de la Figura 17 es pot observar la interacció entre els diferents objectes pel que fa a l'opció del menú superior "Vista de mapa". Tot comença a la vista de la finestra principal "MainWindow" quan l'usuari prem aquesta opció. Gràcies al Binding propi de les aplicacions WPF el model de vista corresponent detecta aquesta acció i comença amb el procediment. En primera instància modifica l'estat dels dispositius de tota la col·lecció mitjançant la instància que té del tipus `IProjectSite`. Tot seguit construeix la vista corresponent a l'opció "Vista de mapa" que fa servir el seu Model de vista corresponent (`MapViewControlViewModel`). Aquest recorre les zones que es troben a la col·lecció del projecte i per cadascuna d'elles genera un control diferent amb un model de vista específic. A la vegada cadascun d'aquests models de vista s'han d'afegir a la Observable Collection que omple el control Avalondock i que correspondran a cadascuna de les seves pestanyes. Un cop s'han recorregut totes les zones, s'especifica quin és la pestanya activa (`ActiveDocument`) i s'assigna l'actual objecte a aquell disponible dins del `ProjectProperties.Project`.

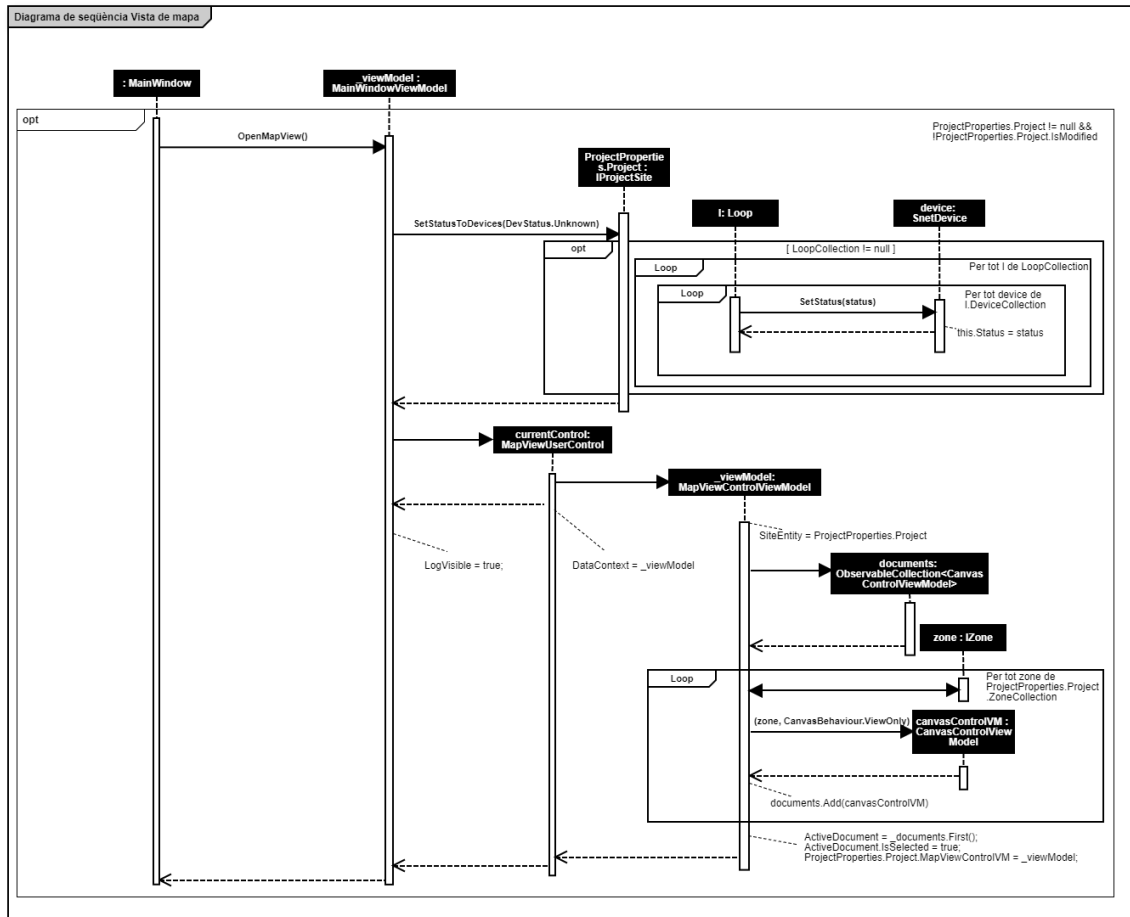


Figura 17. Diagrama de seqüència de l'opció Vista de mapa

A la Figura 18 es mostra els procediments i interaccions que segueix la constructora de la classe CanvasControlViewModel. Primer assigna els valors de la zona que rep com a paràmetre als dels seus atributs, posteriorment genera dues col·leccions buides una per les figures dels dispositius que contindrà i l'altra per les seves àrees de cobertura. Tot seguit si ens trobem en l'edició de la zona, si hi ha un nou dispositiu per afegir, crea el control corresponent i l'afegeix a la zona, i sinó agafa el dispositiu de la col·lecció, crea el control i l'afegeix igualment. Si no ens trobem en el mode edició el FigureControl generat serà diferent, però el procediment per afegir-lo és el mateix. En els dos casos, però, un cop s'han afegit les figures a la col·lecció corresponent es procedeix a mostrar les àrees de cobertura. Finalment per veure els canvis gràficament es crida a la funció ReloadBackground i s'actualitzen les propietats de la zona.

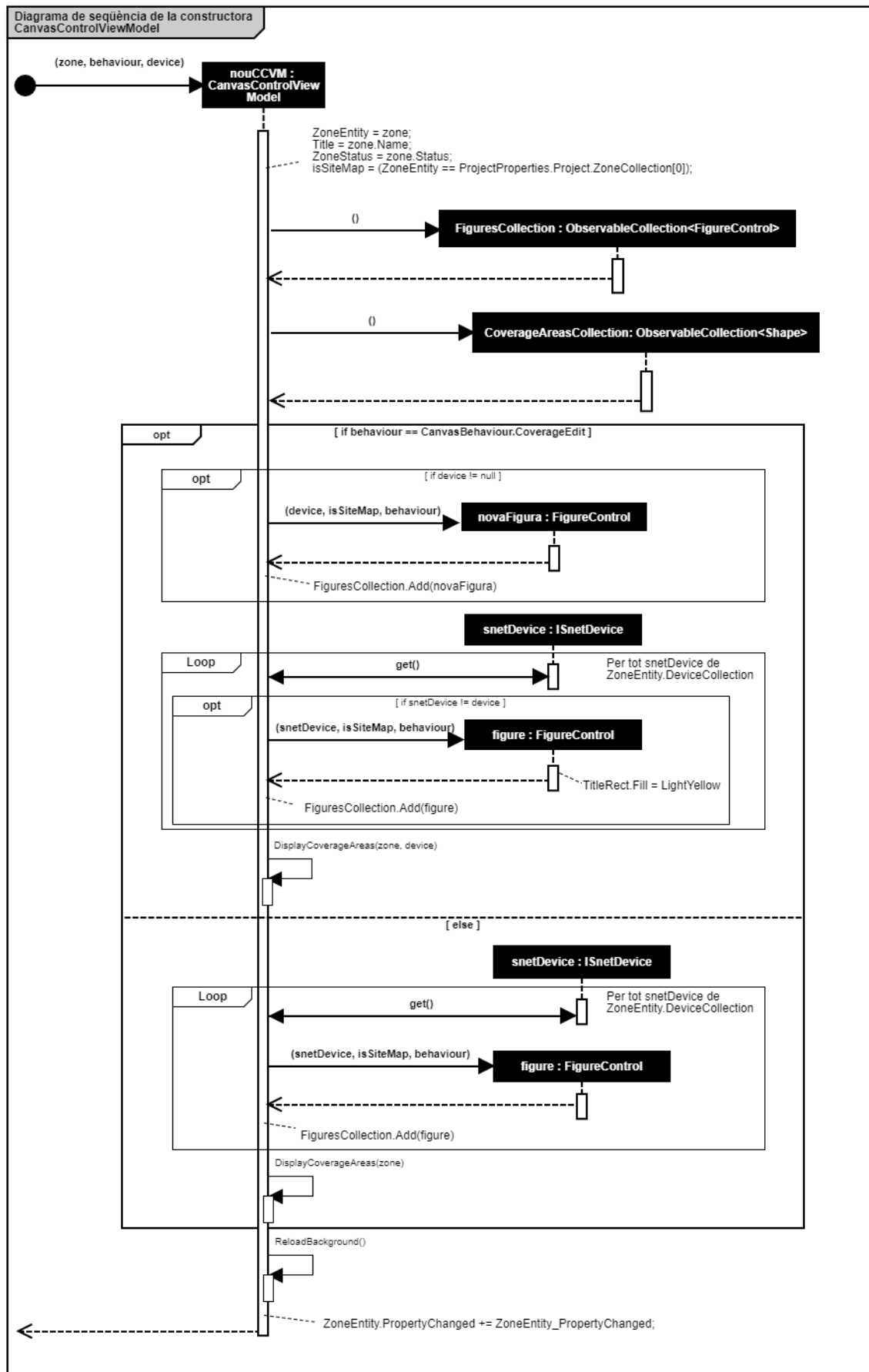


Figura 18. Diagrama de seqüència de la constructora de la classe CanvasControlViewModel

A la Figura 19 es mostra el diagrama de seqüència corresponent a la funció DisplayCoverageAreas que s'encarrega principalment d'afegir les àrees de cobertura dels dispositius a la col·lecció corresponent de la classe CanvasControlViewModel. Aquesta col·lecció està enllaçada mitjançant Binding amb els elements d'un element gràfic de la vista CanvasControl. Això vol dir que quan una forma s'afegeix a la col·lecció automàticament també s'afegeix a l'element gràfic esmentat. Sobre la funció cal dir també que utilitza el mètode GetShape per obtenir l'àrea de cobertura dels dispositius i que segons l'estat del dispositiu fa el Binding corresponent. A més a més, abans d'afegir la Shape del dispositiu comprova que aquesta no tingui pare, perquè si el té és imprescindible que l'esborri per poder-la afegir a un altre element.

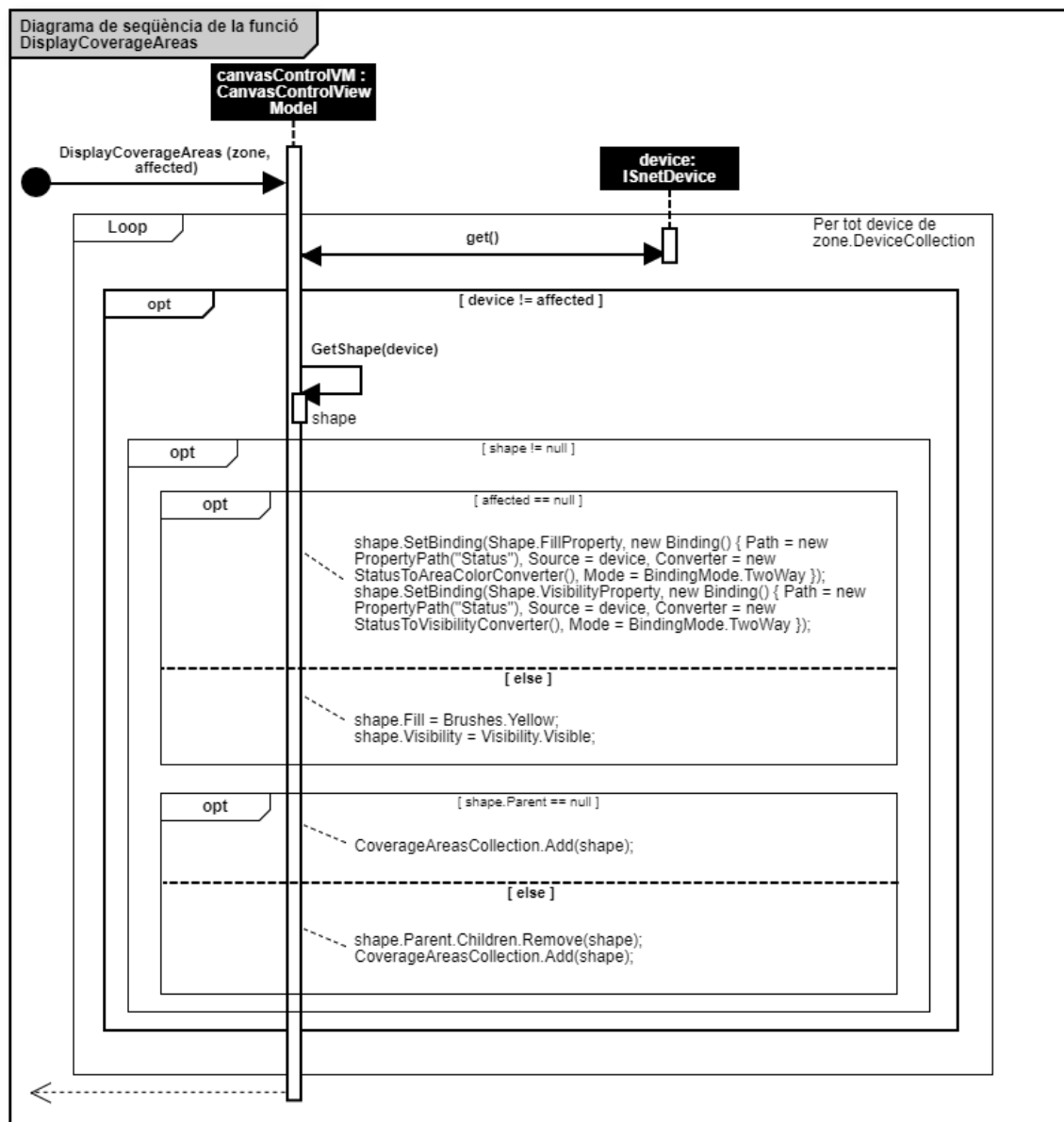


Figura 19. Diagrama de seqüència de la funció DisplayCoverageAreas



A la Figura 20 es pot observar el diagrama de seqüència de la funció GetShape que retorna l'àrea de cobertura del dispositiu rebut com a paràmetre en funció de si aquest es troba a la zona principal del projecte o a una altra. En el primer cas retorna l'atribut SiteMapCoverage del dispositiu i en el segon, en canvi, el seu ZoneCoverage.

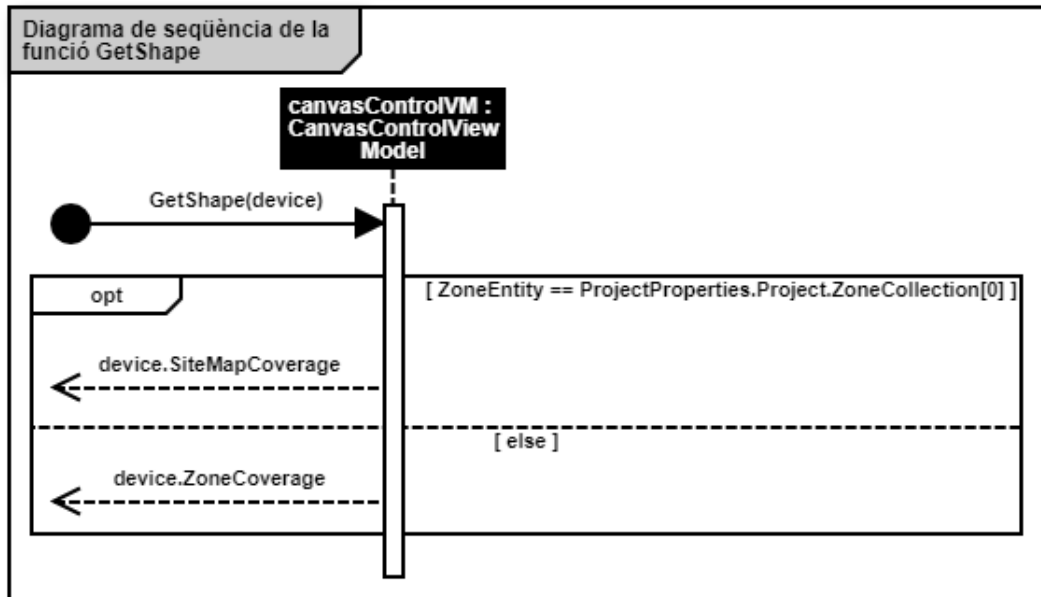


Figura 20. Diagrama de seqüència de la funció GetShape

A la Figura 21 el diagrama de seqüència del procediment ReloadBackground assigna una nova imatge de fons a la zona sempre que sigui vàlida.

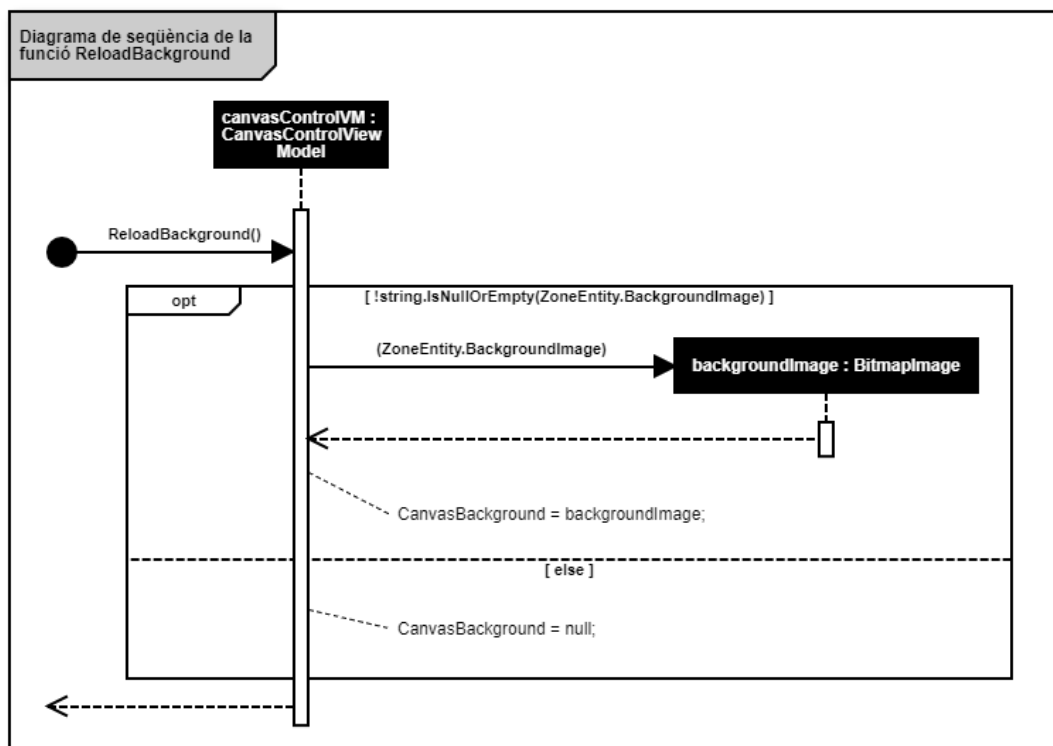


Figura 21. Diagrama de seqüència de la funció ReloadBackground

*Desfer / Refer*

Al diagrama de seqüència de la Figura 22 es pot observar la interacció entre els diferents objectes pel que fa a l'opció del menú superior "Desfer". Tot comença a la vista de la finestra principal "MainWindow" quan l'usuari prem aquesta opció. Gràcies al Binding propi de les aplicacions WPF el model de vista corresponent detecta aquesta acció i comença amb el procediment. Primer actualitza el valor de la variable que indica si el botó s'ha premut, després crida el mètode `CancelEdit` de la classe `IProjectSite` i en modifica l'estat de la variable `IsModified` i, finalment actualitza les opcions del menú amb la crida a la funció `UpdateMenuItems`. Aquesta funció invoca el mètode `RaiseCanExecuteChanged` dels `Commands` corresponents a les opcions del menú superior perquè la seva disponibilitat s'actualitzi correctament. En aquest cas interessava sobre tot que la disponibilitat de l'opció guardar variés segons si hi havia canvis sense guardar.

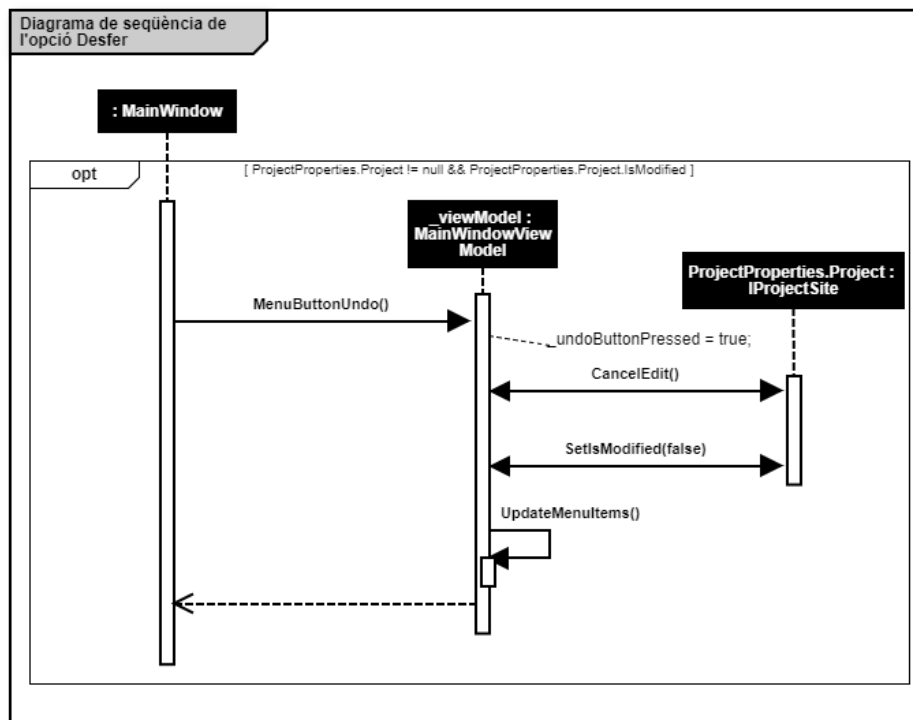


Figura 22. Diagrama de seqüència de l'opció Desfer

A la Figura 23 es mostra el diagrama de seqüència de la funció `CancelEdit` que es crida quan l'usuari selecciona l'opció desfer del menú superior de l'aplicació. Aquesta funció s'encarrega de guardar les dades actuals com a dades modificades i de substituir les dades actuals per les que prèviament s'han guardat.

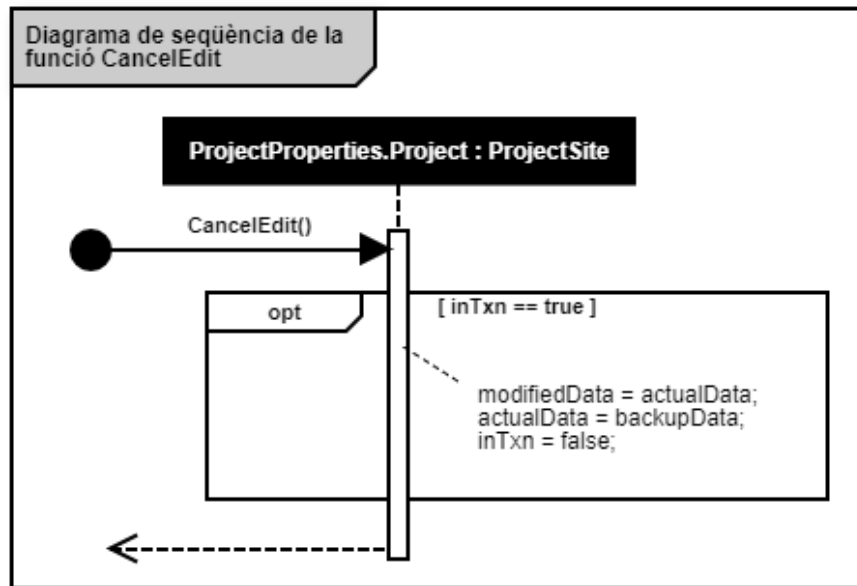


Figura 23. Diagrama de seqüència de la funció CancelEdit

Al diagrama de seqüència de la Figura 24 es mostra la interacció entre els diferents objectes en referència a l'opció Refer del menú Editar. Té una estructura similar al diagrama de l'opció desfer però quan ha d'assignar valors, assignar els oposats. Per exemple, en el cas de la variable `_undoButtonPressed` o l'atribut `IsModified` de l'objecte `ProjectProperties.Project`. A més enlloc de cridar al mètode `CancelEdit`, invoca el mètode `ReEdit` que bàsicament aplica els canvis que s'havien fet abans de desfer-los. Com feia l'opció desfer, aquesta opció també crida el mètode `UpdateMenuItems` perquè s'actualitzin les opcions del menú de l'aplicació.

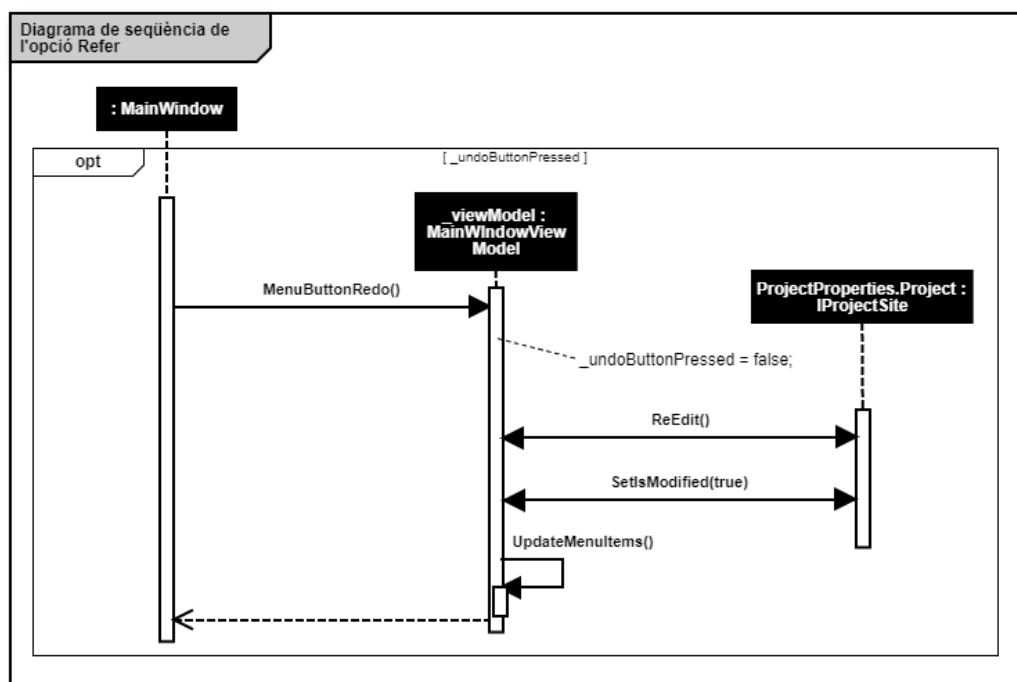


Figura 24. Diagrama de seqüència de l'opció Refer

A la Figura 25 podem veure el diagrama de seqüència corresponent a la funció ReEdit que es crida quan l'usuari selecciona l'opció refer del menú superior de l'aplicació. Aquesta funció s'encarrega d'assignar el valor de les dades modificades a les dades actuals i d'especificar que hi ha un transacció en curs.

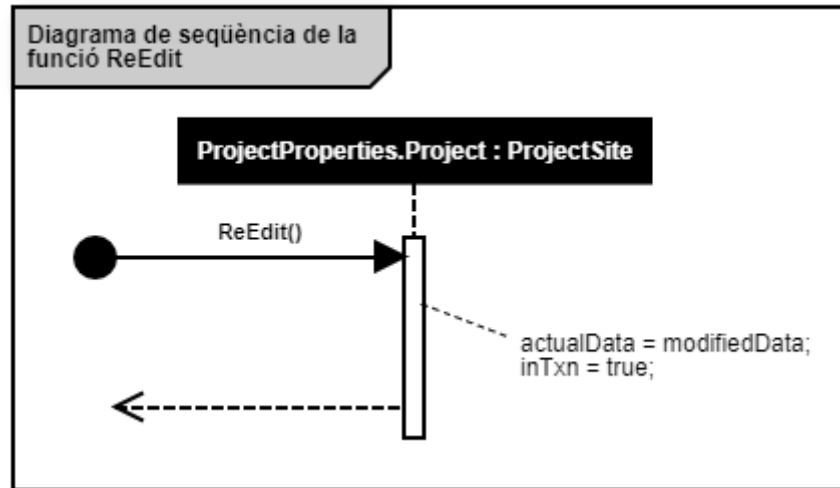


Figura 25. Diagrama de seqüència de la funció ReEdit

### Canviar Idioma

Al diagrama de seqüència de la Figura 26 tenim la interacció entre els diferents objectes pel que fa al canvi d'idioma que l'usuari sol·licita des de la finestra on es llisten les llengües disponibles. El model de vista d'aquesta finestra és el `LanguageViewModel` i disposa de la funció `UpdateLanguage`. Aquesta funció busca l'idioma seleccionat a la llista d'idiomes disponibles, crida al mètode `Update` de la classe `Language` enviant-li com a paràmetre la cultura corresponent i crida a la funció `SetData` de la classe `XmlParser` perquè guardi l'idioma en l'arxiu de configuració de l'aplicació. Un cop ha finalitzat aquestes crides, invoca el mètode `DoOk` de la seva classe base perquè tanqui la finestra.

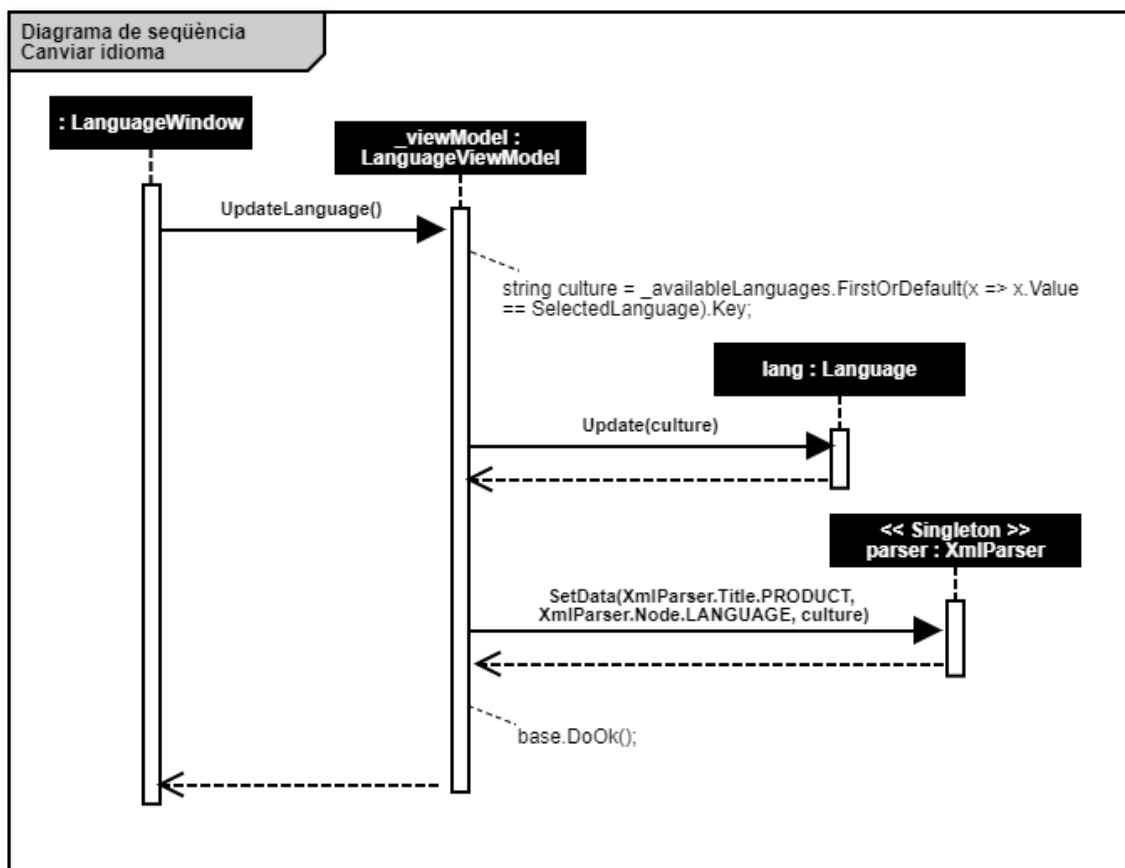


Figura 26. Diagrama de seqüència del cas d'ús Canvi d'idioma

Al diagrama de seqüència de la Figura 27 tenim els passos que segueix la funció `Update` de la classe `Language`. Aquesta funció és l'encarregada de canviar el diccionari de recursos que l'aplicació fa servir per l'idioma. Bàsicament, busca la cultura que rep com a paràmetre als diccionaris dels que disposa i si troba una coincidència el posa com a primer opció. Posteriorment, si ha trobat el diccionari requerit, estableix la referència cultural utilitzada per l'administrador de recursos per buscar recursos específics en temps d'execució.

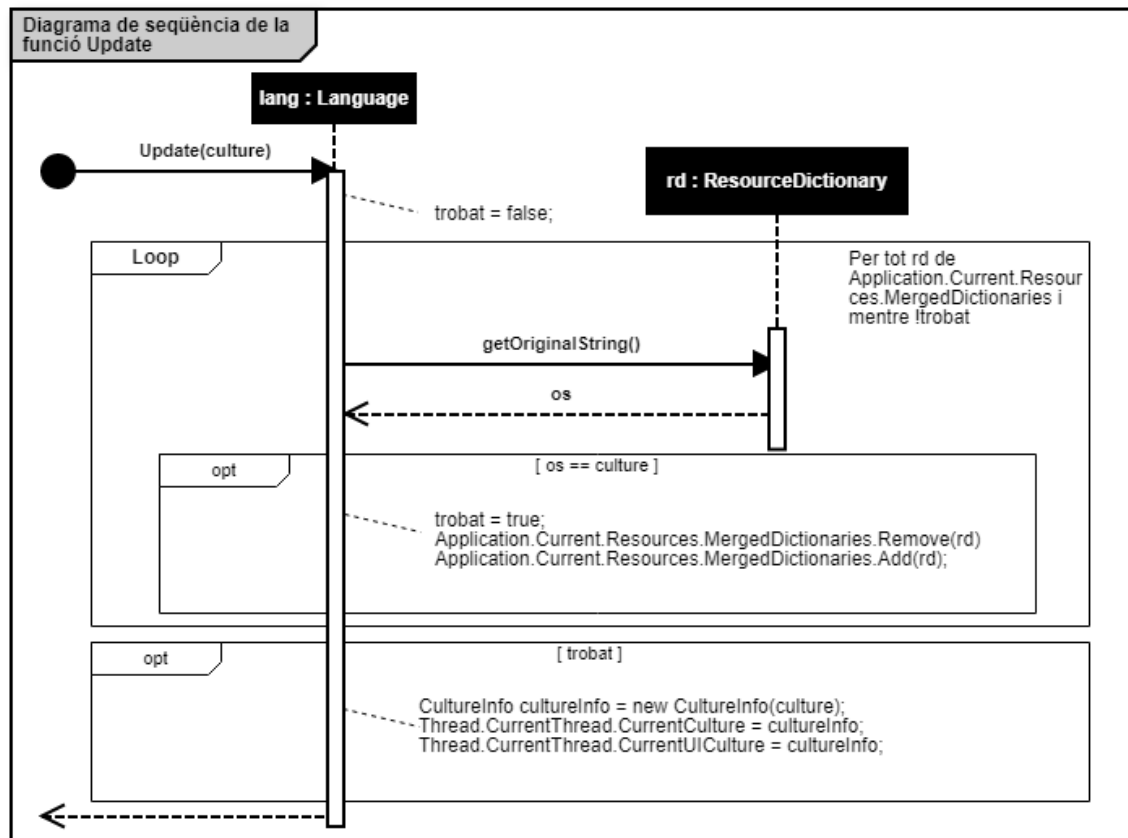


Figura 27. Diagrama de seqüència de la funció Update

Com es pot observar a la Figura 28 la funció SetData s'encarrega de guardar l'idioma de l'aplicació per a futures execucions. Per fer-ho carrega l'arxiu de configuració, n'agafa els nodes especificats pels paràmetres de la crida i actualitza aquell referent a la cultura amb el valor rebut. Després guarda l'arxiu.

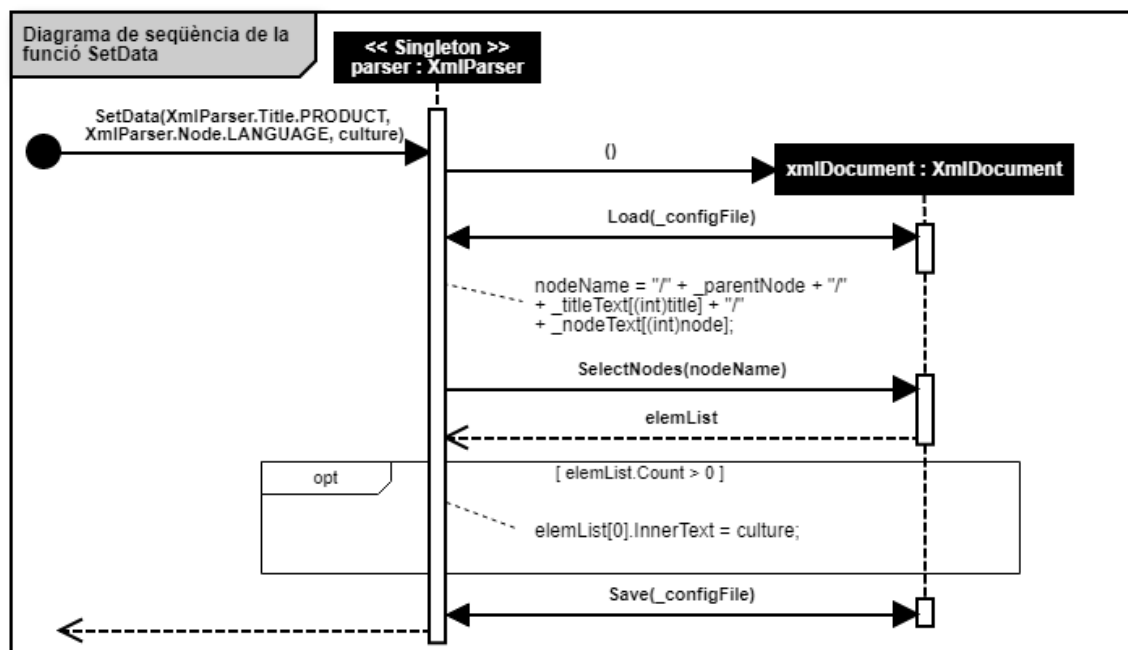


Figura 28. Diagrama de seqüència de la funció SetData

### Filtrar esdeveniments

Al diagrama de seqüència de la Figura 29 es mostra la interacció entre els diferents objectes pel que fa a l'opció Filtrar esdeveniments del panell inferior de l'aplicació. Tot s'inicia a la finestra principal MainWindow quan l'usuari prem el botó de filtratge. Automàticament s'invoca el mètode OpenFilters que s'encarrega de mostrar la finestra de filtratge amb el seu model corresponent.

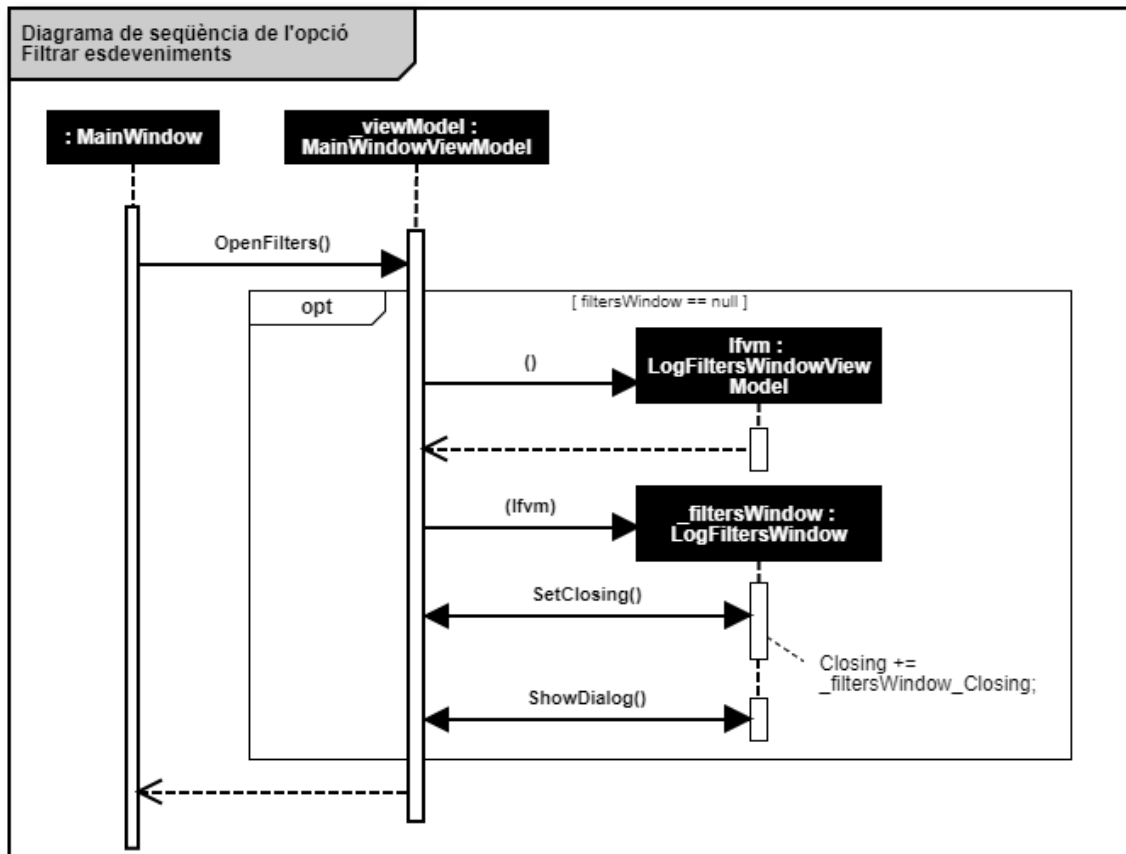


Figura 29. Diagrama de seqüència de l'opció Filtrar esdeveniments

A la Figura 30 es mostren els procediments i interaccions que segueix la constructora LogFiltersWindowViewModel. Genera els "Commands" corresponents als botons per aplicar i cancel·lar el filtratge, assigna les dates dels calendaris segons la data actual i carrega els dispositius disponibles en el desplegable del que disposa la finestra.

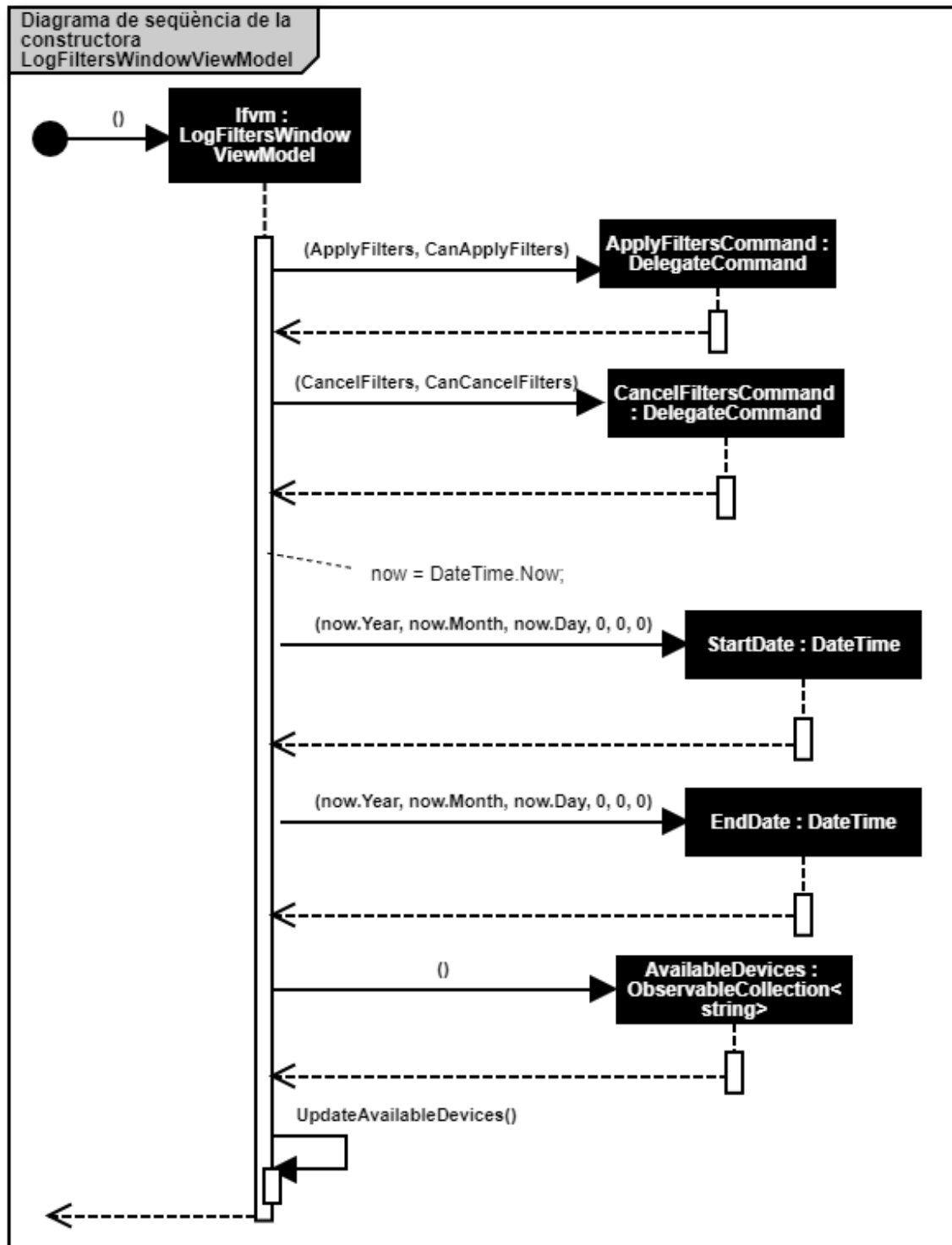


Figura 30. Diagrama de seqüència de la constructora LogFiltersWindowViewModel

La funció UpdateAvailableDevices de la Figura 31 s'encarrega de recórrer els dispositius de les diferents xarxes del projecte i afegir-los en un format amigable a la col·lecció vinculada amb el desplegable de la finestra de filtratge.



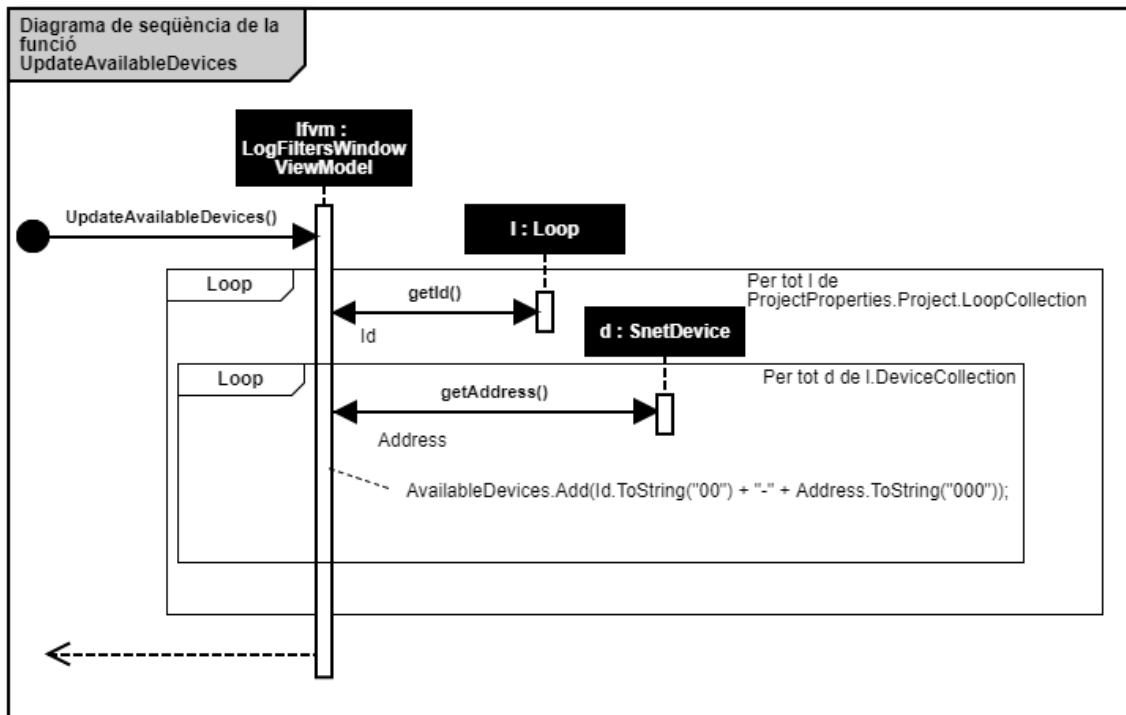


Figura 31. Diagrama de seqüència de la funció UpdateAvailableDevices

A la Figura 32 es mostren els procediments i interaccions que segueix la constructora LogFiltersWindow. Bàsicament inicialitza el seu context amb el model de vista corresponent i assigna la petició de tancament al mètode Close.

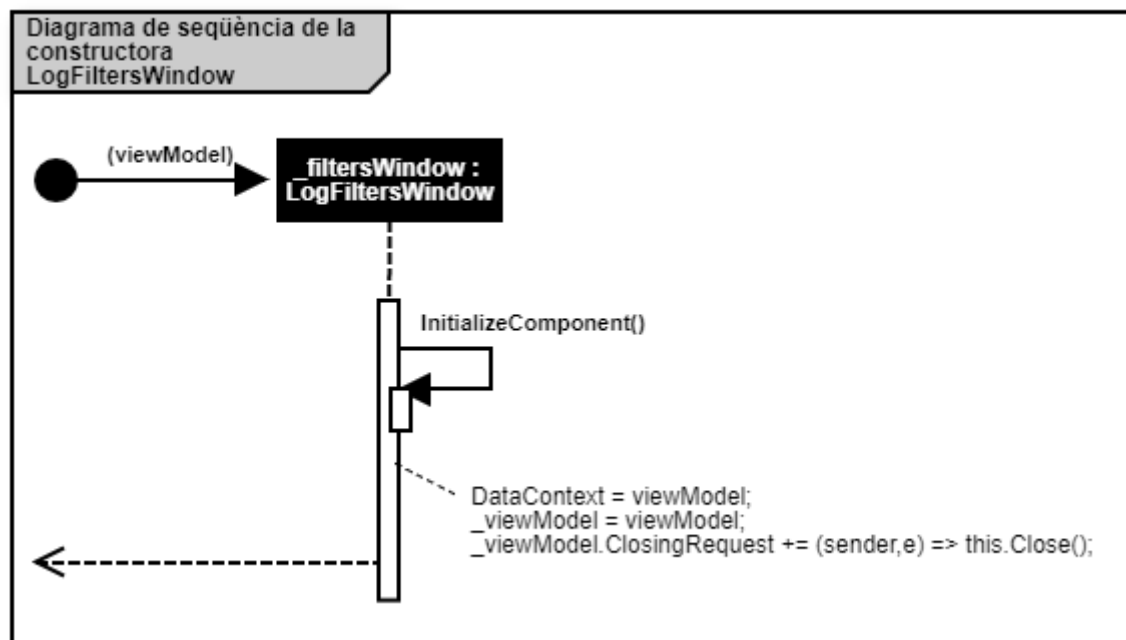


Figura 32. Diagrama de seqüència de la constructora LogFiltersWindow

## Disseny de pantalles

A continuació, per tal de veure com funciona l'aplicació en un nivell més visual, es mostren els dissenys de pantalla de les funcionalitats del sistema. També es proporciona una petita explicació dels seus continguts i del seu funcionament.

### Aspiració

#### Histograma

L'opció "Histograma" del menú "Aspiració" permet obrir una nova finestra on es pot veure l'estat del detector en temps real. Com es mostra a la Figura 33, entre les dades que es poden visualitzar trobem el factor d'alarma, els diferents percentatges de flux vinculats a cada tipus d'alerta i l'estat del filtre del detector. A més, es pot veure un gràfic de barres verticals on hi ha el percentatge actual i la resta de percentatges a partir dels quals salten les diferents alertes.

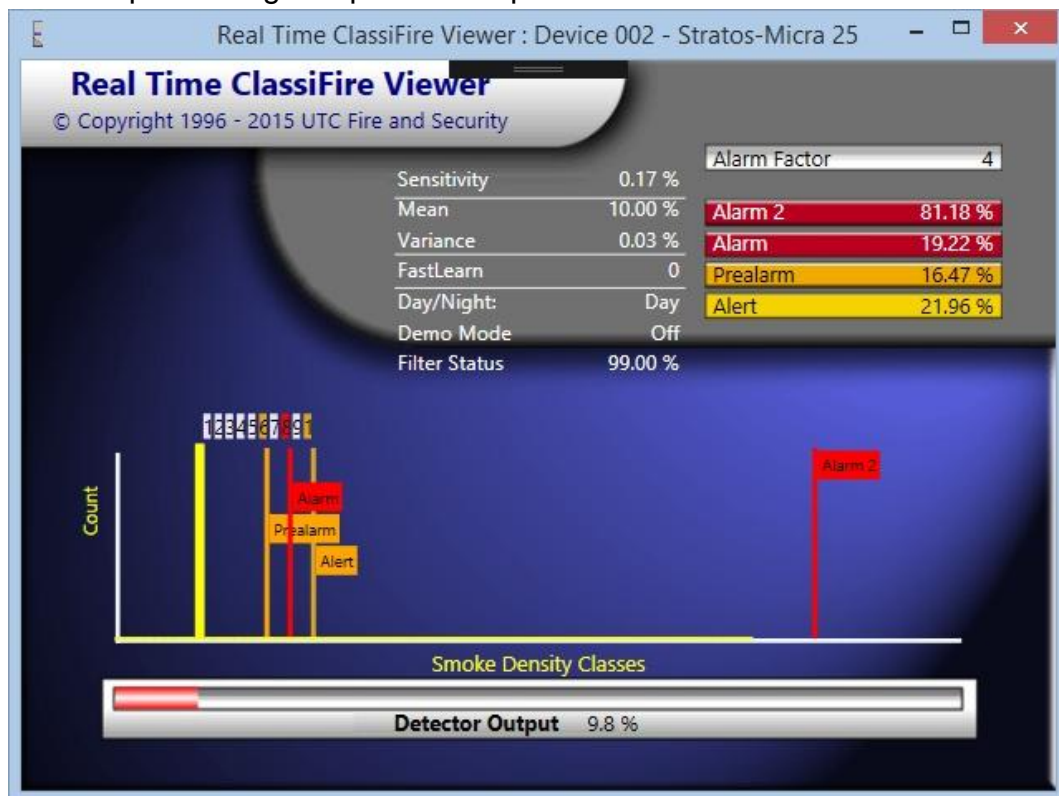


Figura 33. Histograma d'un detector

#### Gràfic de nivells

El gràfic de nivells mostra un gràfic de línies on es pot veure l'evolució del nivell d'un detector i el nivell de foc (en %) al llarg del temps. El gràfic, que es pot observar a la Figura 34, permet aïllar les dues variables per veure-les amb més claredat i quan el ratolí es desplaça a través d'aquest les dades dels percentatges i del temps s'actualitza en un requadre apart. A més, el gràfic també especifica en un altre requadre el dia en que es va començar a gravar la informació, fins a quin dia, i els intervals en els quals es guardaven els

percentatges.

Finalment en un menú superior d'arxiu es permet guardar el gràfic en format .csv, imprimir-lo i a través d'un menú d'edició copiar-lo al porta papers.

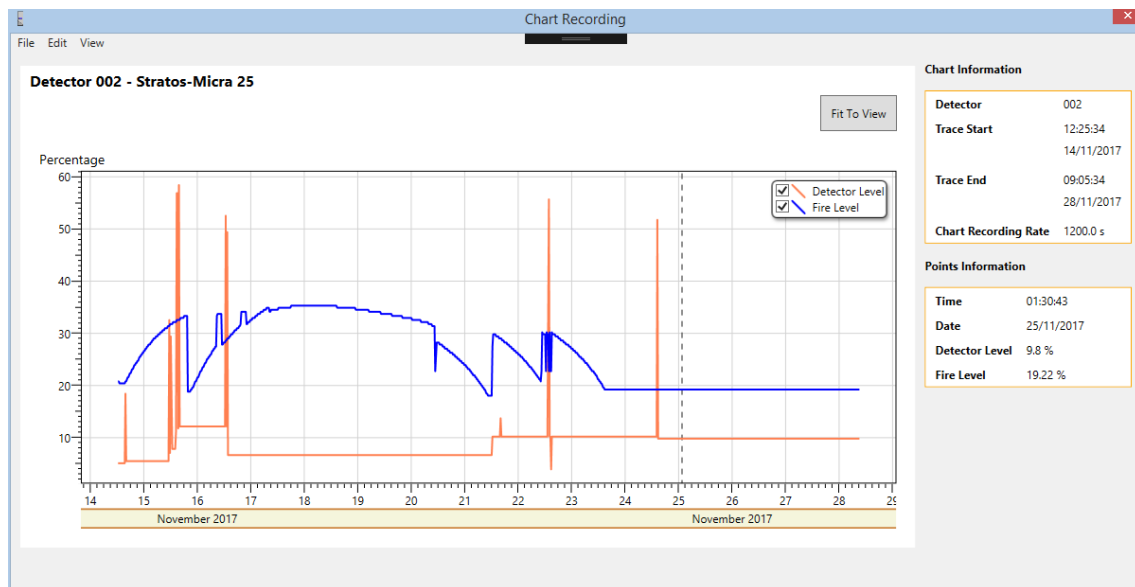


Figura 34. Gràfic de nivell d'un detector

#### Registre d'esdeveniments d'un detector

El visor de registre d'esdeveniments mostra les ultimes 200 desviacions del detector seleccionat. Inclouen alarmes, errors i canvis en funcionalitats. A la Figura 35 s'observa com cada registre mostra el moment de la desviació, el tipus, la classe de l'esdeveniment i diferents paràmetres. A més, permet guardar i imprimir el registre, actualitzar i filtrar segons diverses variables.

Date	Type	Event type	Param 1	Param 2	Param 3
28/11/2017 - 09:27:00	Function Changes	<b>Function Changed</b>	Function Prc	New Disable	Old Enable
28/11/2017 - 09:27:00	Device Settings Dow	<b>Downloaded</b>			
28/11/2017 - 09:12:00	Function Changes	<b>Function Changed</b>	Function Prc	New Disable	Old Enable
28/11/2017 - 09:12:00	Device Settings Dow	<b>Downloaded</b>			
27/11/2017 - 12:29:00	Function Changes	<b>Function Changed</b>	Function Prc	New Disable	Old Enable
27/11/2017 - 12:29:00	Device Settings Dow	<b>Downloaded</b>			

Figura 35. Registre d'esdeveniments d'un detector

### *Filtre d'esdeveniments d'un detector*

La Figura 36 mostra les diferents opcions de filtratge pel que fa als esdeveniments d'un detector. Aquestes opcions inclouen alertes, configuracions i possibilitat de establir un període de temps entre dues dates.

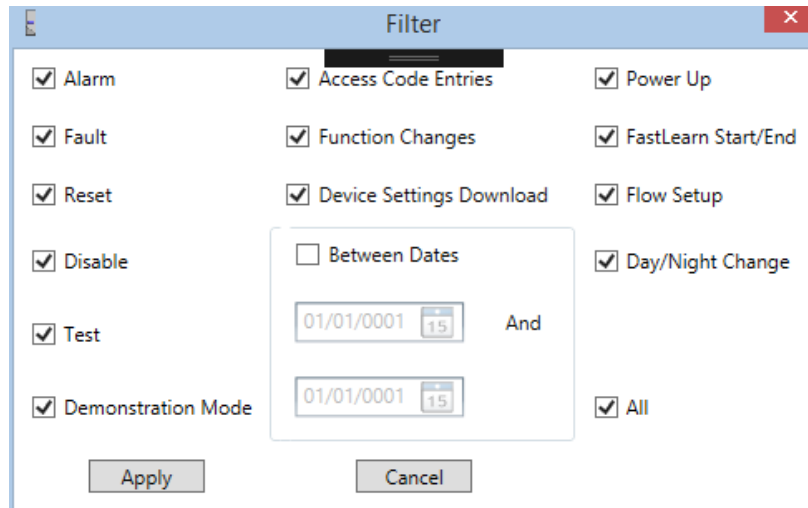


Figura 36. Filtre d'esdeveniments

### *Configuració del detector*

La configuració del detector obra una finestra com la de la Figura 37 que permet modificar-ne atributs i funcions. Les opcions disponibles, distribuïdes en diferents pestanyes, varien en funció del tipus de detector seleccionat. Quan l'usuari ha fet els canvis oportuns els pot guardar amb el botó "Aplicar".

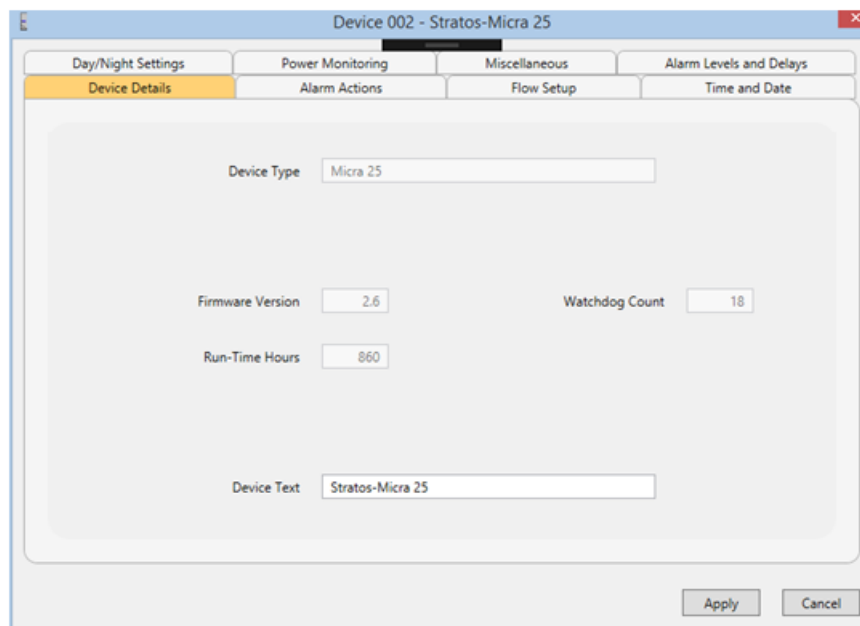


Figura 37. Finestra de configuració d'un detector

### Vista del mapa

Com s'observa a la Figura 38, la vista del mapa conté la pestanya de la instal·lació principal així com tantes pestanyes com zones hagi definit l'administrador. A més, mostra l'estat actual de tots els detectors que es troben a la zona oberta.

Hi ha un control de registres que mostra els diferents esdeveniments que succeeixen al llarg del temps. Els mes nous es veuen primer. Cadascun d'aquests indica la data, l'hora, el detector que l'ha provocat i una descripció.

Quan una alarma es dispara, el text per defecte apareix a la part superior dreta de la finestra, l'àudio corresponent sona i l'àrea afectada es mostra permanentment al mapa. Les pestanyes també es senyalen canviant el color de fons i l'esdeveniment es registra al llistat d'esdeveniments. A més, apareix l'opció de silenciar l'àudio que demana credencials d'operador o administrador. La caixa on es mostra el text de l'alarma i l'àrea afectada no desapareixen fins que es reinicia el detector que les provoca i el problema ha desaparegut.

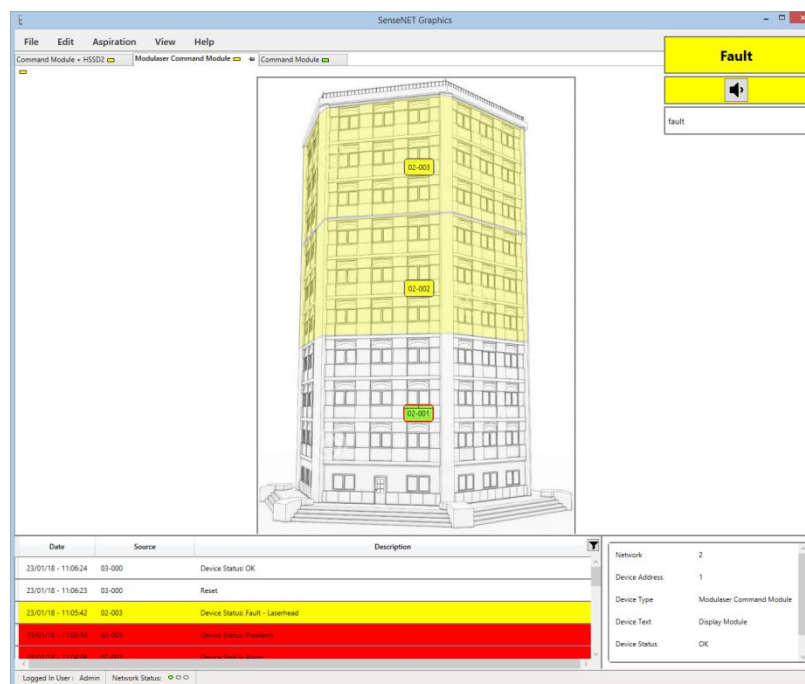


Figura 38. Vista del mapa

Quan una alarma amb més prioritat que l'actual salta, Figura 39, la pestanya de la zona corresponent passa a estar seleccionada, varia de color segons l'estat i també canvia la caixa on es mostra el títol de l'alarma i el seu text.

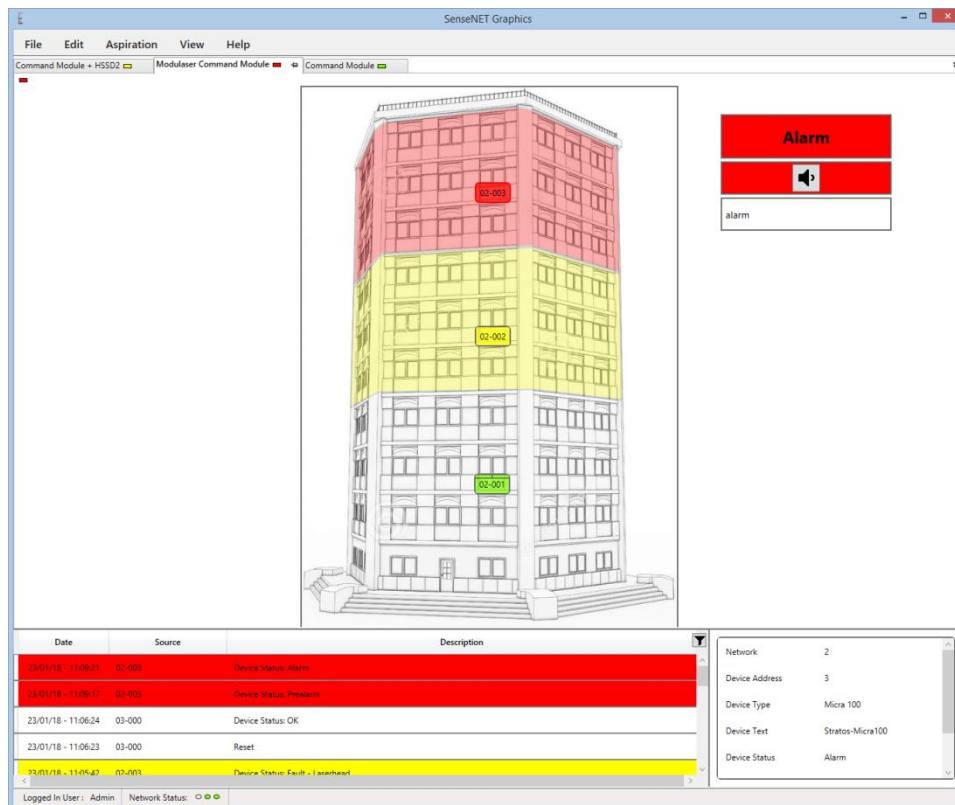


Figura 39. Vista del mapa un cop ha saltat una alarma més prioritària

El sistema permet filtrar els missatges del panell d'esdeveniments segons diferents paràmetres. No es requereixen permisos especials per a poder accedir a aquesta opció. Com es pot observar a la Figura 40, els filtres disponibles inclouen estats d'alarma, connexions i configuracions que afecten el funcionament dels detectors. També es pot seleccionar un detector en particular per veure els missatges relacionats amb ell i filtrar els missatges segons la seva data.

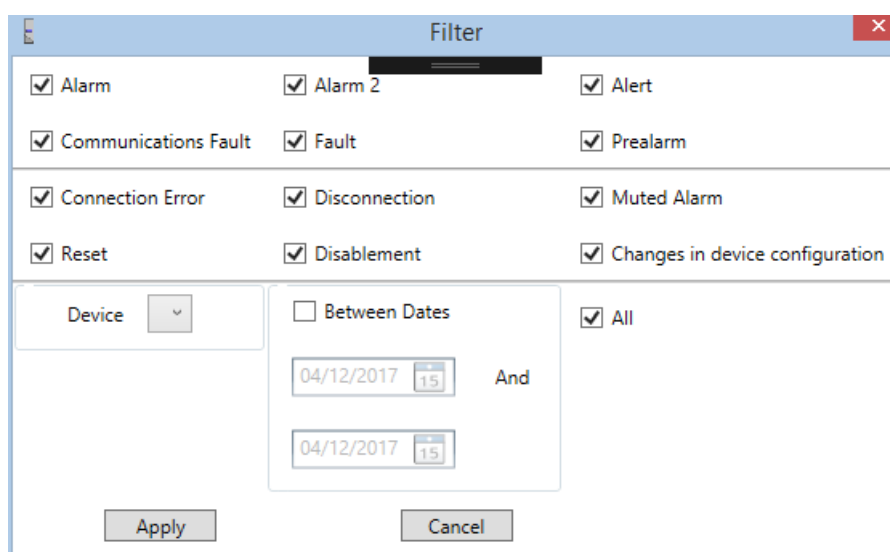


Figura 40. Finestra per filtrar el panell d'esdeveniments

### Silenciar / Desilenciar l'alarma

El sistema permet silenciar o desilenciar una alarma en qualsevol moment sempre i quant es tinguin permisos d'administrador. Com es mostra a la Figura 41, l'alarma es pot silenciar o desilenciar prement el botó que es troba dins la caixa on es veu el tipus d'alarma i el text que s'ha configurat per aquesta. Les dues opcions són oposades. Així, doncs quan s'hagi silenciat l'alarma el botó es veurà com a opció per de silenciar-la i viceversa. A més, aquesta caixa es pot situar en qualsevol punt de la finestra, de manera que no molesti a la correcta visualització del mapa. D'altra banda, al panell d'esdeveniments es mostrarà un missatge on s'especificarà quin usuari ha silenciat l'alarma perquè es tracta d'una acció que pot derivar en greus conseqüències.

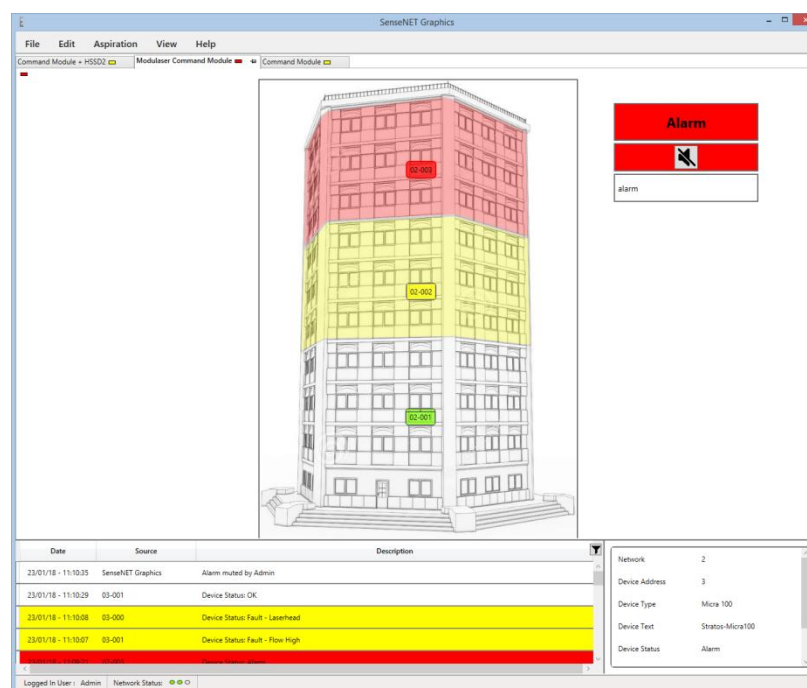


Figura 41. Vista del mapa amb opció de silenciar l'alarma

### Vista textual

A la Figura 42 es mostra la informació dels detectors en un panell de contingut. Aquesta informació inclou: adreça, tipus, nom i quatre llums indicant l'estat (OK, Fault, Alert, Alarm). El nivell de sortida es mostra en forma de percentatge.

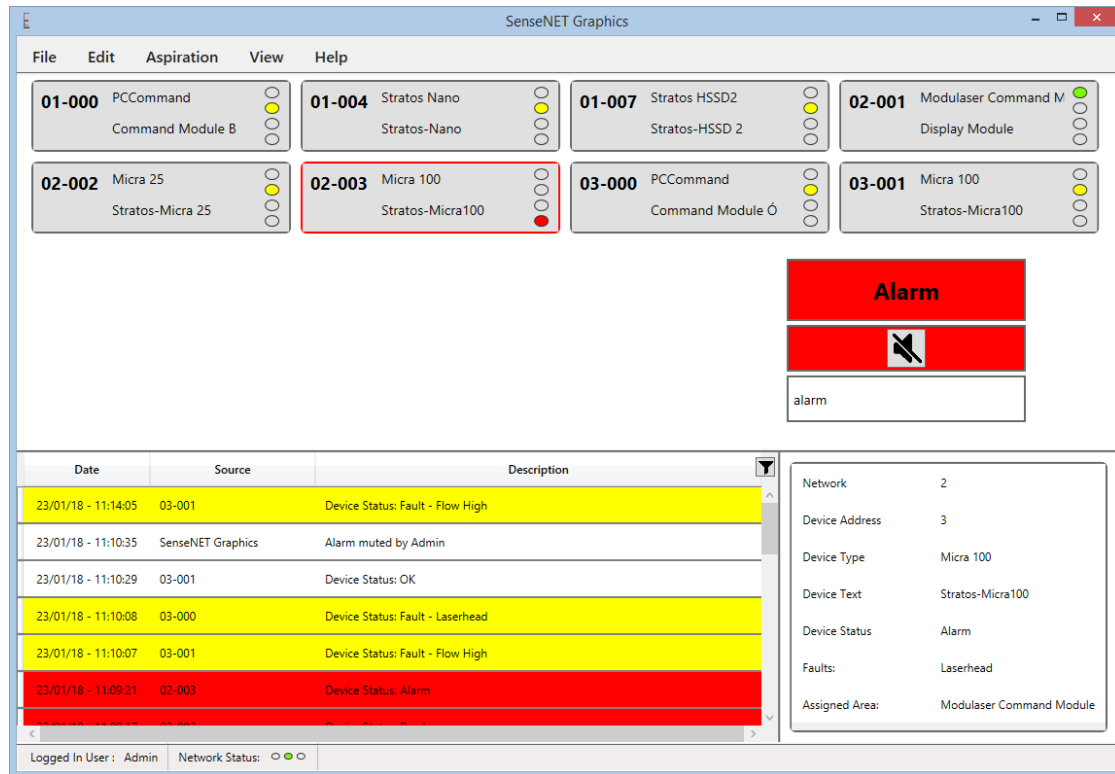


Figura 42. Vista textual

### Panell de control

#### Configuració de la instal·lació

Per accedir a aquesta opció del menú Vista, es necessiten permisos d'administrador. Com es pot observar a la Figura 43, es compon d'un arbre a l'esquerra del panell i d'un panell de contingut a la dreta que mostra les propietats de l'element seleccionat. També hi ha un botó comú a tots els controls que permet guardar tots els canvis realitzats al projecte. El control de configuració del projecte conté el nom, detalls de contacte i una secció per comentar.



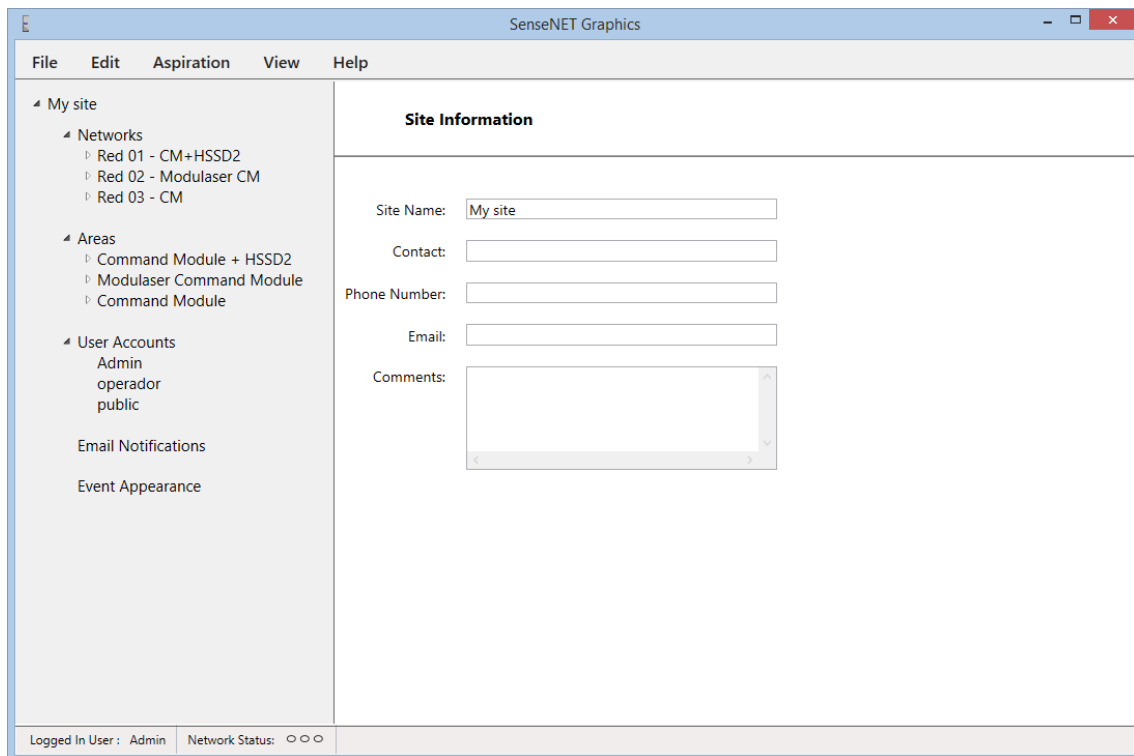


Figura 43. Configuració de la instal·lació

### Configuració de les xarxes

A la Figura 44 es mostra com es poden afegir i esborrar xarxes al projecte. Un projecte sempre té com a mínim una xarxa per defecte i no es pot esborrar.

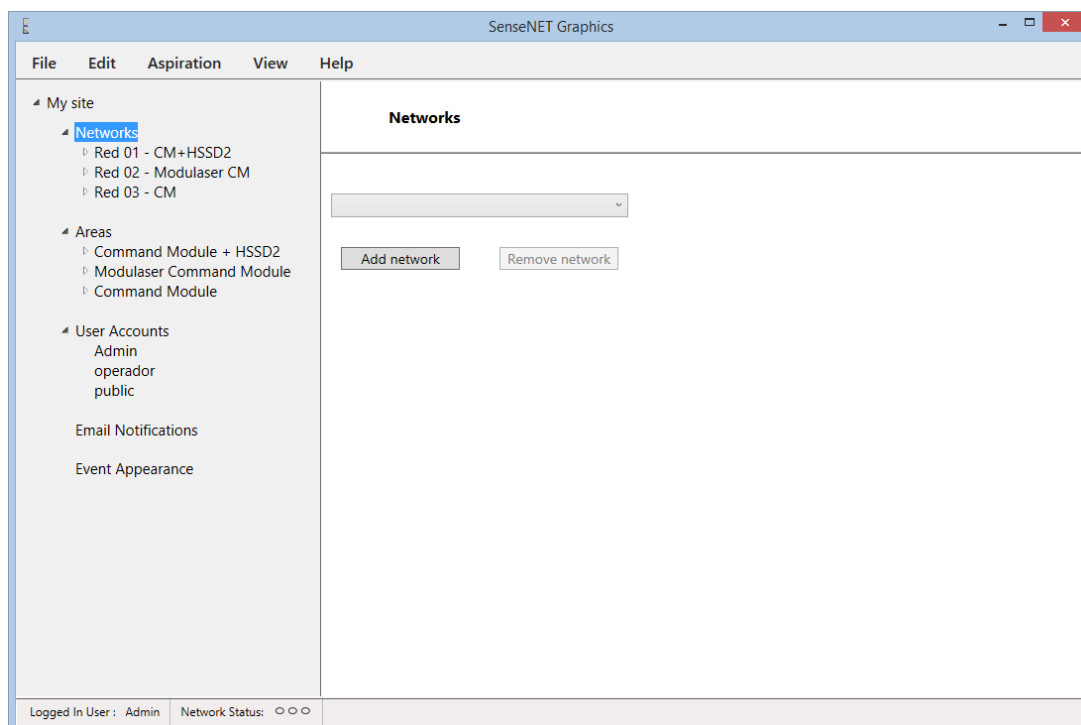


Figura 44. Configuració de les xarxes

### Configuració d'una xarxa

A la Figura 45 s'observa com aquest element del Panell de control permet modificar el nom d'una xarxa, especificar el tipus de connexió i el port pel qual es realitza aquesta. Els ports disponibles els detecta el sistema automàticament. A més, permet escanejar tota la xarxa (mostrant els detectors que troba) i buscar detectors concrets amb l'ajuda d'un desplegable. En cas d'escanejar la xarxa una barra de progrés mostra el percentatge escanejat fins el moment. Per para un escaneig quan aquest està en marxa, només cal prémer el botó "Cancel·lar".

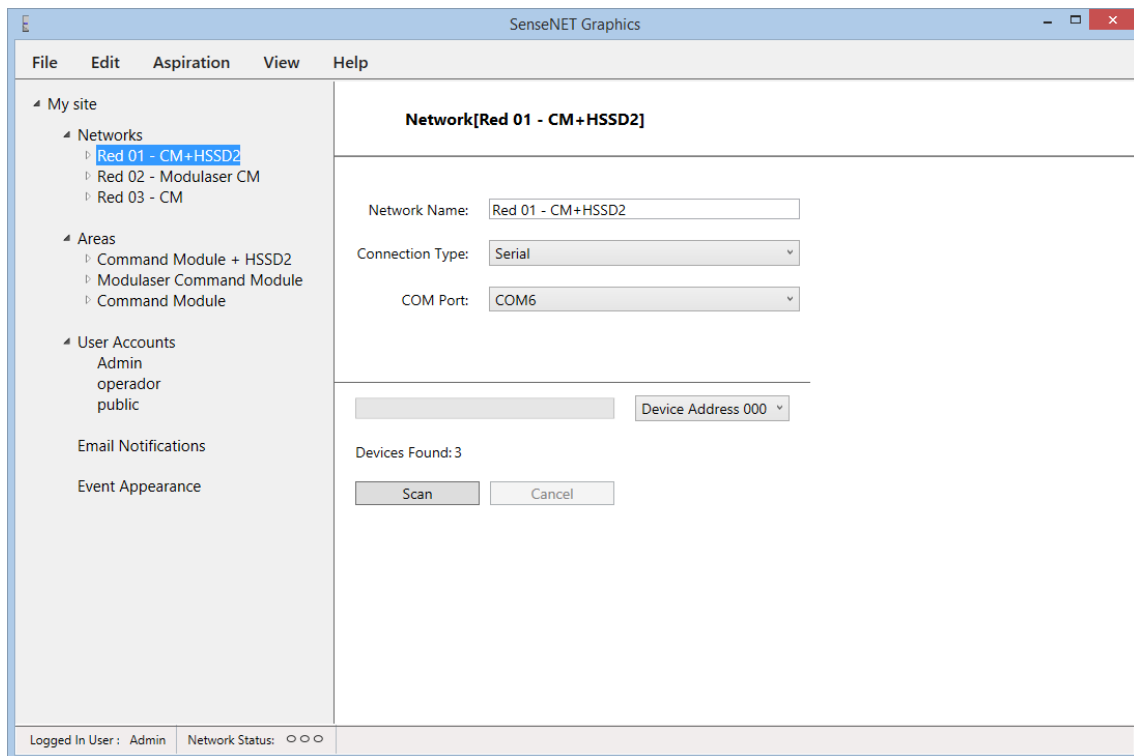


Figura 45. Configuració de xarxa

### Configuració d'un detector

A la Figura 46 es veu com es permet veure el tipus d'un detector, modificar-ne el text, assignar-lo a una zona i esborrar-lo de la xarxa a la que està vinculat. Les zones a les que es pot assignar el detector són aquelles definides en el projecte. Es mostren en un desplegable. D'altra banda, el tipus de dispositiu no es pot modificar ja que és una característica del hardware d'aquest.

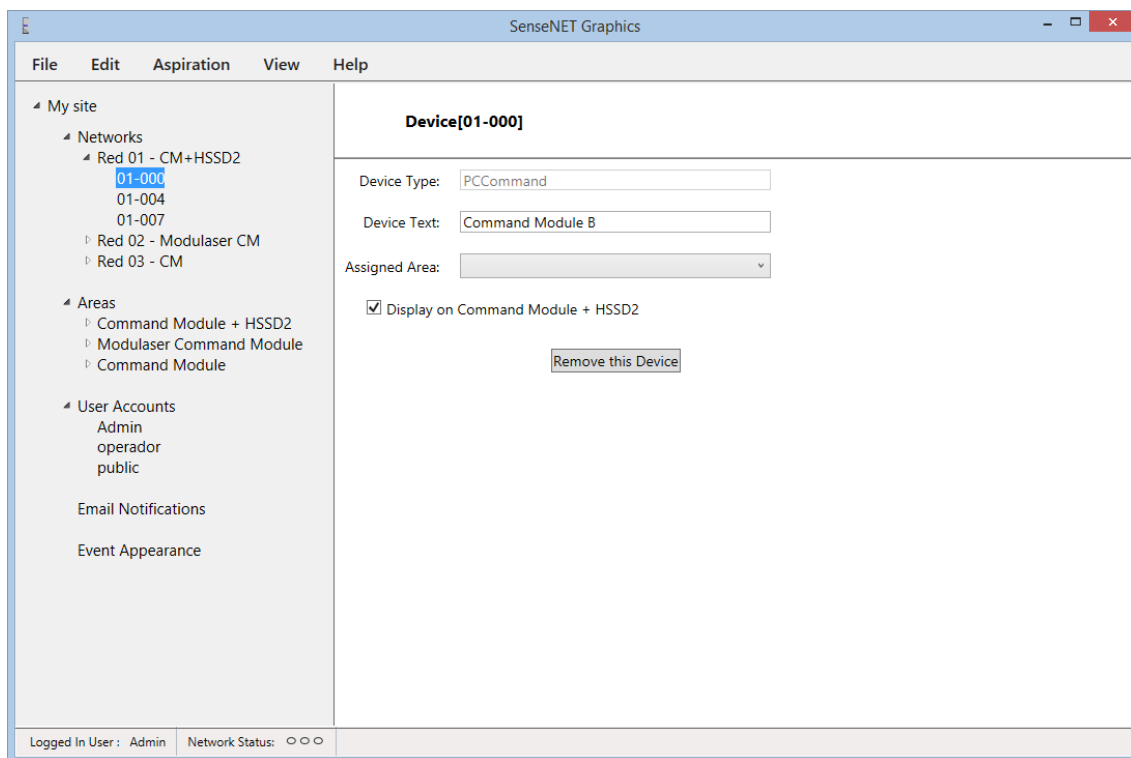


Figura 46. Configuració d'un detector

### Configuració de zones

Com s'observa a la Figura 47, es poden afegir zones al projecte i eliminar-ne d'existents. Sempre hi ha mínim una zona per defecte i no es pot esborrar.

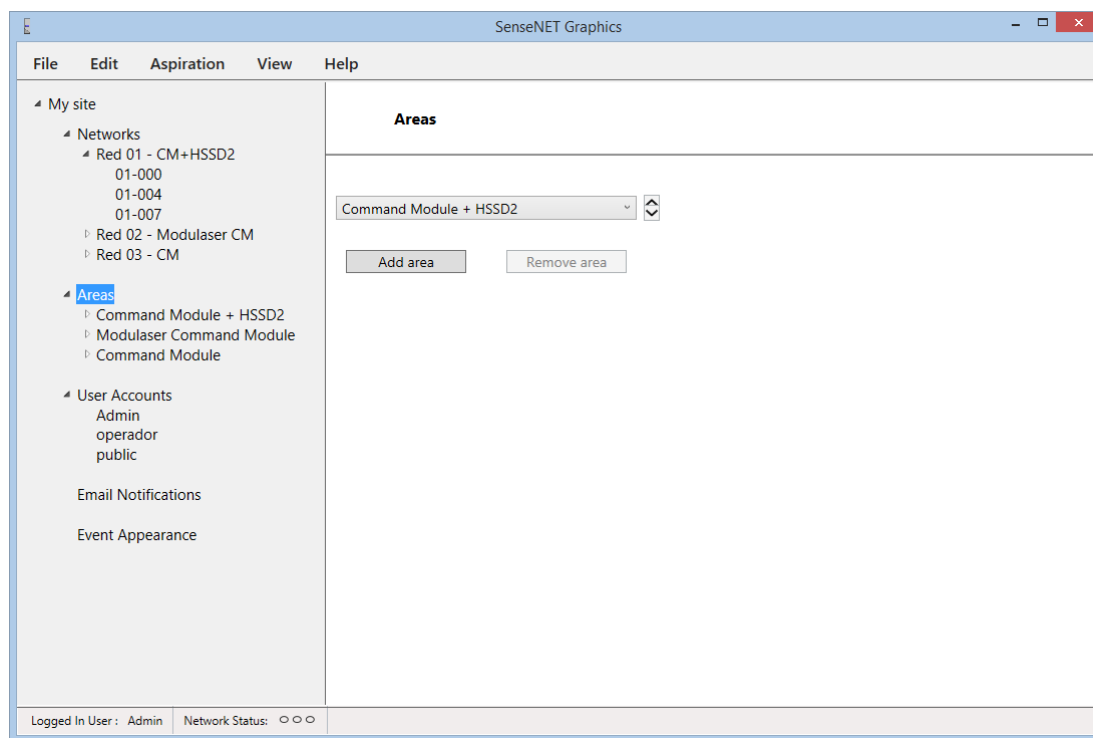


Figura 47. Configuració de zones

## Propietats d'una zona

A la Figura 48, es veu com es poden modificar les propietats d'una zona. Es pot canviar el nom de la zona i assignar-li una imatge de fons tot modificant-ne les mides. També es poden col·locar els diferents detectors assignats a la zona a qualsevol lloc de la imatge. Si el ratolí passa per sobre d'un detector i té una àrea de cobertura definida, es mostra visualment.

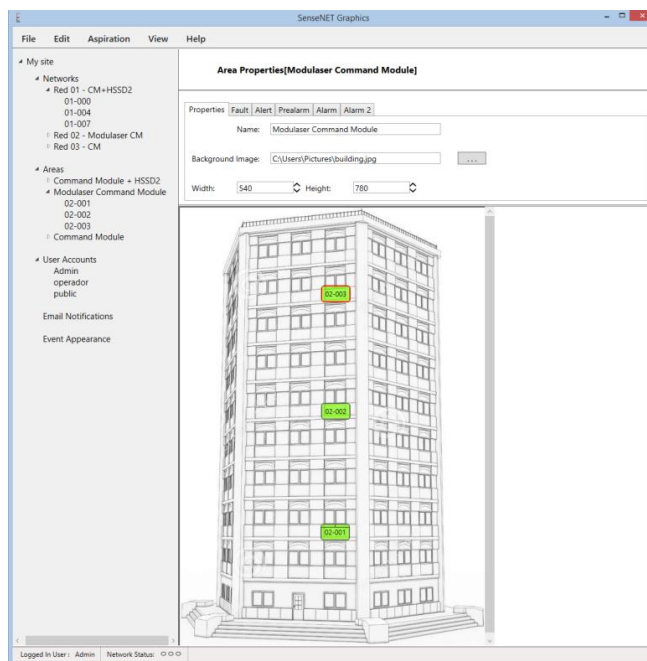


Figura 48. Propietats d'una zona (pestanya de propietats)

A la Figura 49, es veu com es pot assignar un so i un missatge de text diferent a una zona per cada tipus d'alerta. El so es pot reproduir prement un botó.

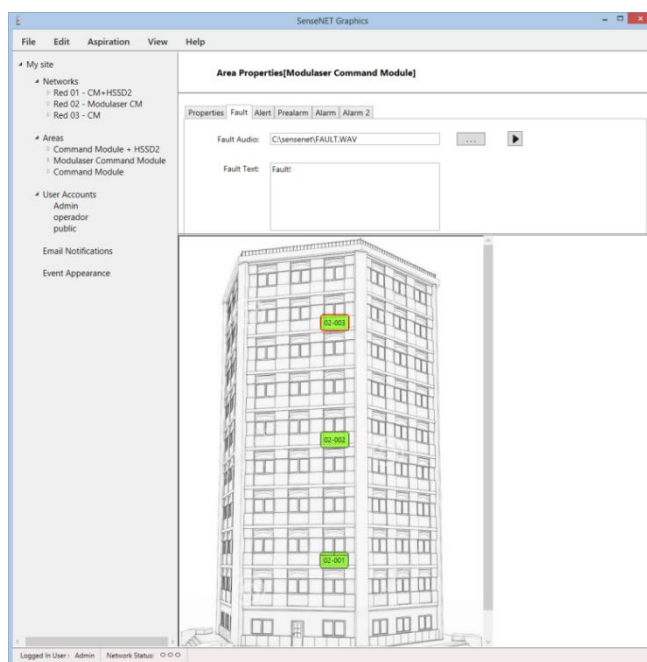


Figura 49. Propietats d'una zona (pestanya d'alarma)

## Àrea d'un detector

A la Figura 50 s'observa com es pot modificar l'àrea de cobertura dels detectors de les zones del projecte. Quan l'usuari selecciona un detector de l'arbre de l'esquerra, pot reiniciar-ne l'àrea i canviar-la a rectangular, circular o poligonal.

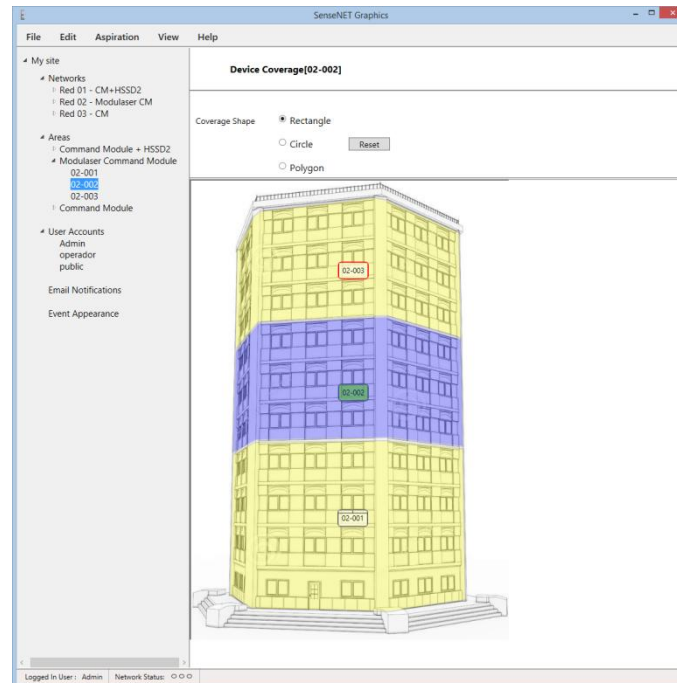


Figura 50. Àrea d'un detector

## Comtes d'usuari

A la Figura 51 es veu com es poden afegir i eliminar usuaris. L'administrador no es pot esborrar i per això l'opció corresponent està inhabilitada.

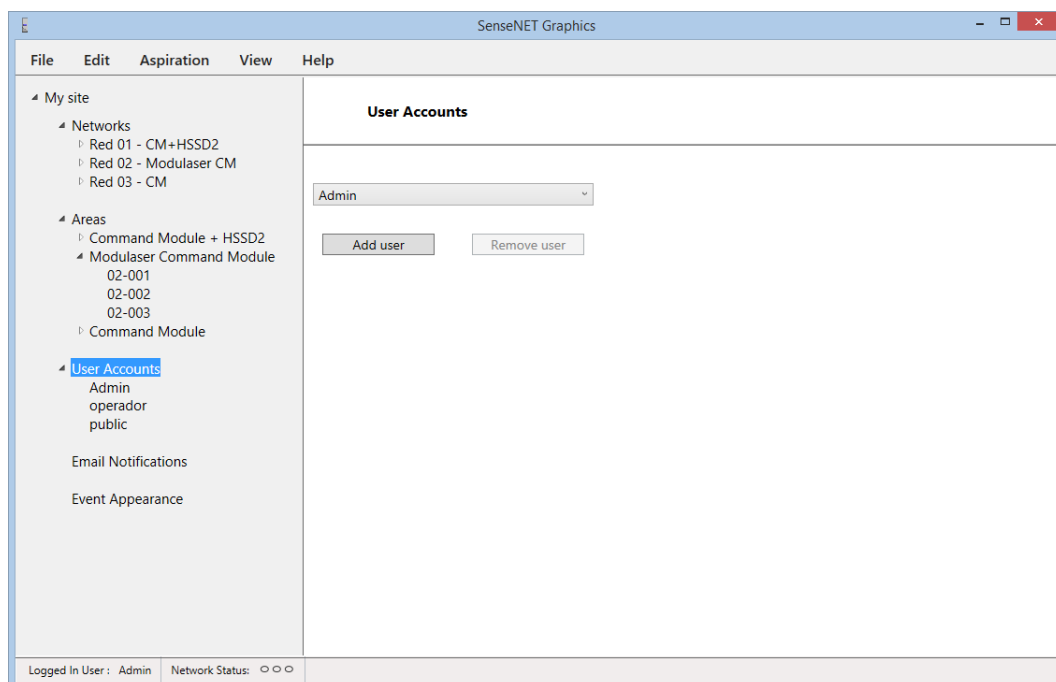


Figura 51. Comtes d'usuari

## Propietats d'un usuari

A la Figura 52 s'observen les dades d'un usuari que es poden modificar: nom, correu electrònic, número de telèfon, nom d'usuari, contrasenya i nivell d'accés.

The screenshot shows the 'User Properties[public]' window in the SenseNET Graphics application. The left sidebar contains a tree view with categories: My site, Networks (Red 01 - CM+HSSD2, Red 02 - Modulaser CM, Red 03 - CM), Areas (Command Module + HSSD2, Modulaser Command Module with sub-items 02-001, 02-002, 02-003, and Command Module), User Accounts (Admin, operador, public), Email Notifications, and Event Appearance. The 'public' user is selected under User Accounts. The main area displays the following fields: Name (public), Email (public@mail.com), Phone Number (678901234), Username (public), Password (8754), and Access Level (Public). The status bar at the bottom indicates 'Logged In User: Admin' and 'Network Status: ○○○'.

Figura 52. Propietats d'un usuari

## Notificacions de correu electrònic

A la Figura 53, les dades són: servidor SMTP, port, adreça d'origen i destí. També es poden marcar els tipus d'alerta a notificar i enviar correus de prova.

The screenshot shows the 'Email Notifications' window in the SenseNET Graphics application. The left sidebar is identical to Figure 52, but the 'Email Notifications' option is selected under the 'User Accounts' category. The main area contains the following configuration fields: SMTP Server (mail.utc.com), SMTP Port (25), From (mail@SenseNETGraphics.com), and To (andreu.conesa@fs.utc.com). Below these is a section 'Types of alarms to notify' with checkboxes for Fault, Alert, Prealarm, Alarm, and Alarm 2, all of which are checked. A 'Send Test Mail' button is located at the bottom. The status bar at the bottom shows 'Logged In User: Admin' and 'Network Status: ○○○'.

Figura 53. Notificacions de correu electrònic

## Disseny dels esdeveniments

A la Figura 54 s'observa com aquesta opció del panell de control permet modificar l'aspecte dels esdeveniments mostrats quan hi ha algun tipus d'alerta. En aquesta opció es pot modificar tant la mida de l'esdeveniment, com la del títol i la del missatge de text.

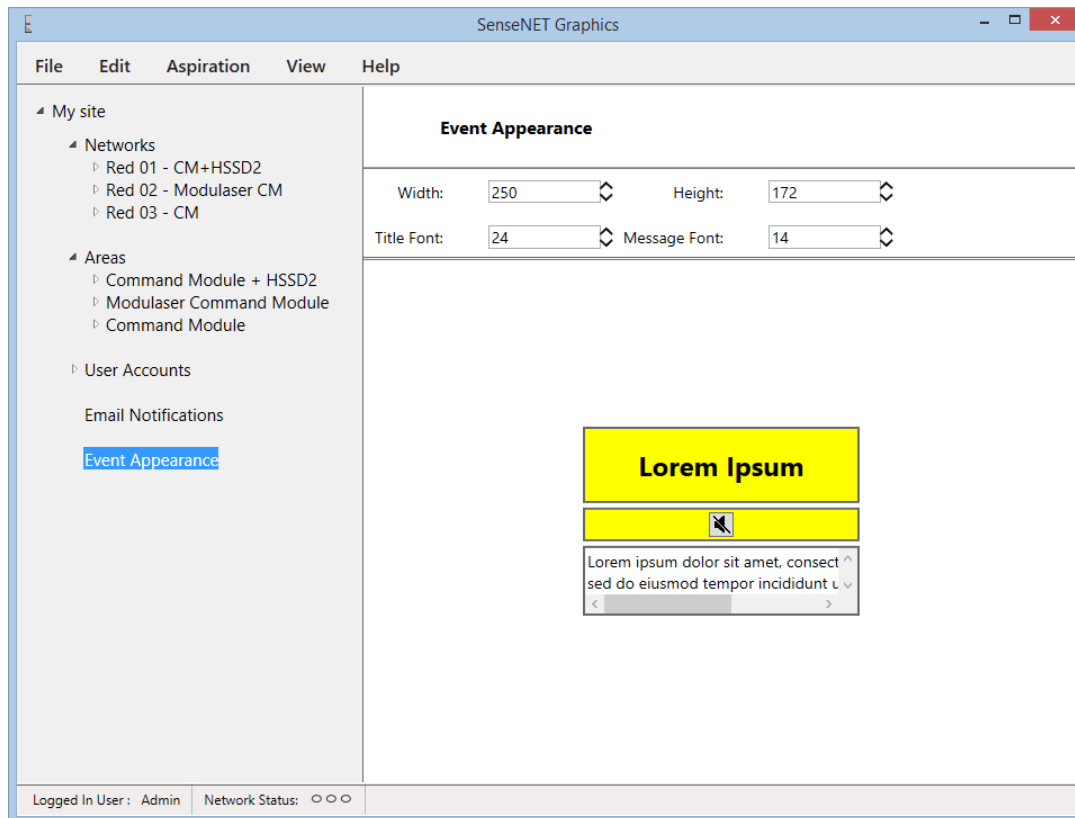


Figura 54. Disseny dels esdeveniments

## Arquitectura física

A la Figura 2 de l'Estat de l'art havíem vist un esquema d'una instal·lació típica. En aquesta secció es pretén descriure quins tipus de connexió es poden tenir i controlar mitjançant el software SenseNET Graphics.

Des del panell de control de l'aplicació SenseNET Graphics, a la configuració de xarxes es poden especificar diferents paràmetres per connexions de tipus Sèrie, Convertidor Ethernet / Sèrie i Ethernet. En el primer cas l'ordinador que disposa de l'aplicació SenseNET Graphics es connecta físicament a un Command Module mitjançant un cable USB – Serial. En el segon cas mitjançant un cable USB que té un convertidor a Ethernet integrat. I finalment, en el tercer cas, la connexió es realitza a través d'una connexió TCP/IP aprofitant la xarxa on l'ordinador està connectat. Per tal que aquesta darrera opció funcioni correctament, l'ordinador ha d'estar dins la xarxa a la qual pertany el Modulaser Command Module al qual es vol connectar.

A la Figura 55 podem observar una instal·lació típica amb la qual pot interactuar el software SenseNET Graphics. A diferència de la Figura 2 abans esmentada, podem veure com el Modulaser Command Module (13) està connectat a la mateixa xarxa que els ordinadors (1 i 3) i per tant la connexió entre ells que es realitza dins l'aplicació és del tipus TCP / IP. Cal dir que aquesta és una opció que no està disponible per als Command anteriors i que, per tant, Modulaser proporciona més versatilitat al sistema. D'altra banda, les connexions Sèrie amb Modulaser no són possibles perquè aquest dispositiu no disposa de l'entrada pertinent.

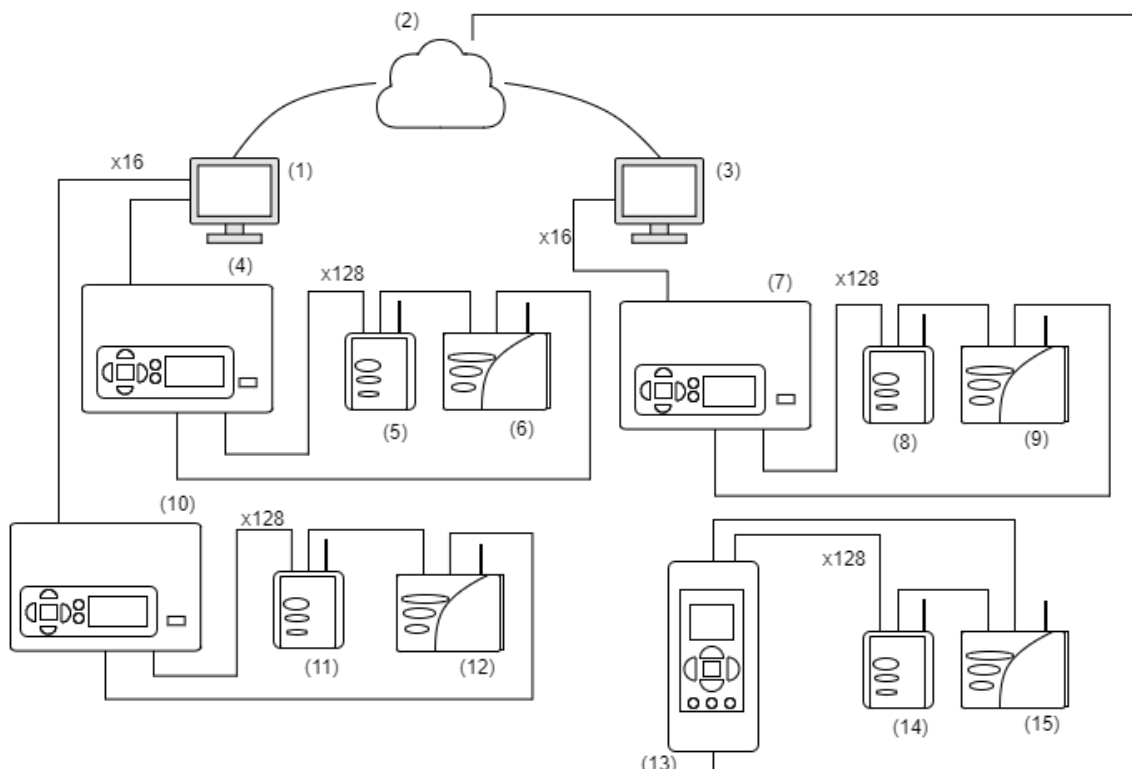


Figura 55. Instal·lació típica amb el software SenseNET Graphics

- |                         |              |                |
|-------------------------|--------------|----------------|
| (1) Personal Computer   | (4) Command  | (10) Command   |
| (2) TCP / IP Connection | (5) Detector | (11) Detector  |
| (3) Personal Computer   | (6) Detector | (12) Detector  |
|                         | (7) Command  | (13) Modulaser |
|                         | (8) Detector | (14) Detector  |
|                         | (9) Detector | (15) Detector  |

## 6. Implementació

### Punt de partida

En un principi la idea era desenvolupar una aplicació des de zero. Malgrat això, l'empresa disposava d'un prototip que no s'estava utilitzant i abans de posar en



marxa la idea inicial, el responsable del projecte va creure convenient provar-lo i veure si es podria aprofitar. Un dels principals motius era verificar que l'arquitectura amb la qual treballaria l'aplicació era compatible amb el llenguatge i les tecnologies emprades.

Com és lògic el disseny del prototip era força simple, però les seves funcionalitats eren força completes. Entre aquestes trobem:

- Les opcions de configuració del Panell de control.
- La Vista textual dels detectors del projecte.
- Una Vista del mapa simplificada en la qual les pestanyes de les diferents zones estaven fixades i, per tant, no es podia veure més d'una a la vegada i no es podien moure a noves finestres ni arrossegar a altres monitors.
- Un menú d'arxiu amb les opcions de les quals es disposa en l'aplicació final.
- Un menú d'aspiració amb totes les opcions de l'aplicació final.
- Un panell d'esdeveniments on es veien tant les alertes que saltaven dels detectors com algunes de les accions que l'usuari duia a terme. Cal dir que aquest panell no tenia cap mena de filtre i tampoc es podia ordenar.
- Les comunicacions amb el ventall de detectors de l'empresa. A la secció *Moduls externs* de l'apartat *Tecnologies i eines utilitzades* s'explica en detall com funcionen aquestes comunicacions.

Totes aquestes característiques funcionaven correctament tant amb els detectors anteriors a Modulaser com amb aquest. Així doncs, el responsable del projecte va creure convenient aprofitar el prototip ja que a més l'arquitectura amb la qual treballaria l'aplicació havia estat verificada. El projecte consistiria doncs en millorar una solució software existent.

D'altra banda, a mesura que es provava el prototip es van trobar diversos errors que es van solucionar i funcionalitats que presentaven greus deficiències en relació amb els requeriments del projecte. A continuació es llisten aquestes funcionalitats i s'explica com es van millorar o corregir.

- Control d'accés. El sistema de control d'accés dels usuaris a les diferents àrees de l'aplicació no es gestionava correctament. Es podia sortir de l'aplicació sense necessitat de contrasenya amb el risc de perdre el monitoratge. D'altra banda, un usuari amb permisos de lectura podia accedir a les opcions de configuració del detector (canvis, reinici i aïllament).
- Idioma. L'aplicació només disposava d'un idioma. Així doncs, no es podia canviar i per tant no existia el concepte d'idioma per a futures

execucions. Es va programar el canvi d'idioma per als llenguatges especificats en l'apartat de requeriments, de manera que s'actualitzés en el mateix moment i es guardés per a futures execucions de l'aplicació.

El desenvolupament d'aquest requeriment funcional es va dur a terme mitjançant els "MergedDictionaries" de l'aplicació. Per a cadascun dels idiomes es va crear un ResourceDictionary que en iniciar l'aplicació s'afegia als "MergedDictionaries". Cada "ResourceDictionary" contenia les mateixes clau per les cadenes de text i el seu valor variava en funció de l'idioma que el diccionari representés.

Per aconseguir que el canvi d'idioma en execució es visualitzés al moment, calia que totes les cadenes de text de l'aplicació utilitzessin recursos dinàmics. Es cercava el diccionari a la llista de "MergedDictionaries", s'eliminava i s'afegia de nou per tal que estigués en primera posició i per tant fos l'idioma actual de l'aplicació. Posteriorment també s'actualitzava l'objecte corresponent a la cultura actual (CultureInfo) per a que fos congruent amb l'idioma aplicat.

Finalment, per tal que en una execució futura l'idioma de l'aplicació fos l'aplicat en última instància, el paràmetre necessari per seleccionar un dels diccionaris es guardava en l'arxiu de configuració que l'aplicació generava.

Com a resultat d'aquesta millora, una de les primeres operacions que es realitzen a l'aplicació quan aquesta s'executa és llegir aquest arxiu de configuració i actualitzar l'idioma en funció del paràmetre corresponent.

- Vista del mapa. Les pestanyes de la vista del mapa eren fixes i per tant no existia la possibilitat de moure-les a una nova finestra i així arrossegar-les a un altre monitor. Tampoc es podien veure diverses zones del projecte al mateix temps. Amb l'ajuda de la llibreria AvalonDock, es va aconseguir aquest comportament. Totes les característiques que es van aprofitar d'aquesta llibreria per a l'aplicació s'expliquen amb més detall a la seva secció dins l'apartat *Tecnologies i eines utilitzades*.

En un altre aspecte fonamental com el de la usabilitat, el prototip tenia un seguit de mancances que es detallen tot seguit i de les que s'explica la solució implementada.

- Panell de control. Les diferents opcions del panell de control es van millorar per facilitar les tasques de l'usuari. L'opció d'esborrar xarxes, zones, detectors i usuaris es va simplificar amb la possibilitat de prémer el botó "Suprimir" del teclat, amb l'element de l'arbre que es volgués eliminar seleccionat. Aquesta possibilitat era inexistent en el prototip.
- Menú principal. A algunes de les opcions del menú principal se'ls hi van

afegir tecles d'accés ràpid de manera que l'usuari les pogués utilitzar sense necessitat del ratolí i poder dur a terme les tasques amb més rapidesa.

- Canvis. Es van crear les opcions d'edició “desfer” i “refer” de manera que l'usuari pogués fer i desfer canvis sense haver de preocupar-se de si aquests l'obligarien a tancar l'aplicació en cas de no voler que es materialitzessin.
- Focus del ratolí. L'opció d'arrossegat detectors en el Panell de control (configuració d'àrees) i el missatge d'alerta de la Vista del mapa es va millorar de manera que la capacitat per mantenir el focus del ratolí fos molt més fiable. Anteriorment, el ratolí perdia el focus amb molta facilitat i això feia que l'usuari hagués de fer moviments molt lents i controlats, cosa que li treia usabilitat a l'aplicació.
- Correus. L'opció d'enviar correus electrònics tant de test com de notificació, quan es donaven alertes, no estava disponible i per això es va programar per a l'aplicació final. Per fer-ho, es va fer servir la classe `SmtpClient` de la llibreria `System` i més concretament de l'espai de noms `System.Net.Mail`. En concret, es va utilitzar el mètode `Send` d'aquesta classe que requereix com a paràmetre un `MailMessage` de la mateixa llibreria.
- Alertes. L'opció de silenciar i desilenciar una alerta una vegada aquesta havia saltat no existia i es va programar junt amb la caixa que mostrava el missatge i el títol de l'alerta corresponent. Per poder dur a terme aquesta acció, es requereixen permisos d'administrador o d'operador.
- Filtratge d'esdeveniments. Es va programar l'opció de filtrar els esdeveniments que es mostraven al panell inferior d'esdeveniments de la Vista de mapa / Vista textual. Per desenvolupar aquesta funcionalitat es va seguir el model del prototip que servia per filtrar els esdeveniments de la finestra “Registre d'esdeveniments” d'un detector. Com que els esdeveniments que podien aparèixer en aquest panell no eren els mateixos que els d'un detector, les opcions de filtratge es van haver d'adaptar. Es van estudiar tots els esdeveniments que podien ocórrer i es va decidir que només s'inclourien al filtratge aquells missatges que impliquessin alertes dels detectors, canvis en aquests, pèrdues de connexió i alarmes silenciades. Es va incloure la possibilitat de filtrar els esdeveniments d'un únic detector i es va mantenir l'opció de filtratge entre dues dates determinades.  
Per a mostrar els detectors del projecte es va utilitzar una `Observable`

Collection i per a aplicar els filtres que l'usuari seleccionava es van traduir els missatges d'alerta dels detectors a un estat determinat i es van comparar els missatges de configuració, connexions i alarmes silenciades amb les cadenes de text corresponents del diccionari de recursos de l'aplicació.

A més, cal dir que com la llista dels esdeveniments era una Observable Collection, en el moment d'amagar alguns d'aquests perquè no s'ajustaven al filtratge, no es podien esborrar. És per aquest motiu que es va fer servir l'atribut Visibility per cada fila del panell. Com que el seu valor variaria en funció de si l'esdeveniment s'ajustava al filtratge o no, es va programar un convertidor. Aquest retornaria visible si rebia el valor cert com a paràmetre i col·lapsat si per contra rebia el valor fals.

## Tecnologies i eines utilitzades

### Windows Presentation Foundation

Windows Presentation Foundation (WPF) és un tipus d'aplicació que es troba dins l'entorn integrat de desenvolupament (IDE) anomenat Visual Studio de la companyia Microsoft. Proporciona als desenvolupadors un model de programació unificat que permet crear aplicacions d'escriptori per a Windows amb les tecnologies més actuals. Per a la seva banda, Visual Studio suporta diferents llenguatges de programació, entre els que es troba c# que és aquell amb el que s'ha programat l'aplicació del projecte.

### Llibreries

En aquest apartat es descriuen les llibreries que s'han utilitzat per a programar l'aplicació SenseNET Graphics així com el conjunt de funcionalitats, si n'hi ha, que les fan servir.

#### *Protobuf-net<sup>20</sup>*

L'aplicació del projecte emmagatzema les dades dels usuaris que la utilitzen. Per aquest motiu s'ha de complir amb la Llei Orgànica de Protecció de Dades (LOPD)<sup>21</sup>. En aquest sentit s'utilitza la llibreria Protobuf-net que permet serialitzar dades estructurades, com poden ser els atributs dels usuaris de l'aplicació, i emmagatzemar-les de manera encryptada als projectes guardats.

Així doncs, aquesta llibreria s'ha fet servir en aquelles classes que emmagatzemen les dades dels usuaris i dels projectes i també en el tractament dels arxius. Pel que fa a aquest últim aspecte es fa referència a les funcionalitats de guardar i obrir projectes.

#### *Costura Fody<sup>22</sup>*

Aquesta llibreria serveix per a incrustar al projecte qualsevol referència com si

fos un recurs més. El seu funcionament consisteix en agafar tots els ensamblats que s'han marcat com a "Copia local" i els incrusta com a recursos a l'ensamblatge de destí. La seva utilitat doncs va lligada a la construcció d'un executable per a la instal·lació de l'aplicació.

### *Expression Blend SDK*

Aquesta llibreria conté System.Windows.Interactivity per a WPF 4.0 i 4.5 a més de per Silverlight 4.0 i 5.0. Inclou nous comportaments que permeten afegir interactivitat a les aplicacions sense haver d'escriure codi nou. Consta de tres classes principals: Trigger, Action i Behavior. En el cas de SenseNET Graphics aquesta llibreria s'ha utilitzat per a afegir Triggers a les vistes. Això redueix el codi darrere de la vista i ens permet seguir millor el patró MVVM i la separació entre capes.

### *MVVM Light Toolkit*

Aquest conjunt d'eines permet accelerar la creació i el desenvolupament d'aplicacions MVVM a WPF. Ajuda a separar la vista del model i, en conseqüència, a crear aplicacions més fàcils de mantenir i ampliar. També permet que aquestes aplicacions siguin fàcilment testeables.

La llibreria posa especial èmfasi en la capacitat de disseny de l'aplicació creada, és a dir, la capacitat d'obrir i editar la interfície d'usuari en Blend (eina de disseny d'interfícies d'usuari). Això inclou la creació de dades en temps de disseny per permetre veure informació rellevant quan es treballa amb controls de dades.

### *Json.NET*

Permet serialitzar i deserialitzar qualsevol objecte .NET. S'ha fet servir per a donar format als missatges enviats en les comunicacions amb els detectors i les xarxes i diversos tipus de connexions.

### *Prism*

Quan s'utilitzen patrons de disseny que incorporen importants principis de disseny arquitectònic, com la separació de responsabilitats i l'acoblament flexible, Prism ajuda a dissenyar i crear aplicacions que incorporen una presentació i una lògica que generalment interactuen amb sistemes i serveis de back-end i, utilitzant una arquitectura per capes, es pot implementar físicament en diferents nivells.

Com que s'espera que l'aplicació evolucioni significativament al llarg de la seva vida, en resposta a nous requeriments i oportunitats comercials, és important que el cost d'aquest canvis no sigui elevat i pugui realitzar-se amb una certa facilitat. Així doncs, com que SenseNET Graphics es creu que tindrà una vida

força llarga, Prism es una llibreria ideal per aquesta aplicació.

### *Xceed WpfAvalonDock<sup>23</sup>*

Avalondock és un control de finestres d'acoblament per WPF que permet crear dissenys personalitzables utilitzant un sistema similar al que es troba en molts entorns populars de desenvolupament integrat (IDE) com, per exemple, Visual Studio. En l'aplicació SenseNET Graphics s'ha fet servir per a la Vista de Mapa.

L'objectiu principal era donar suport per a múltiples monitors, de manera que es poguessin obrir vistes de diferents xarxes en noves finestres i que aquestes es poguessin arrossegar a altres monitors. Així, es podrien veure diverses xarxes a la vegada i controlar-ne el seu estat amb més facilitat.

Originalment, el prototip que es va utilitzar com a punt de partida per desenvolupar l'aplicació en la Vista de Mapa tenia un control de pestanyes, que no es podien desenganxar ni moure a noves finestres. Tot i així, si un detector en un moment donat tenia una alerta, la pestanya de la zona a la qual pertanyia passava a estar seleccionada i, per tant, era la que l'usuari podia veure en la Vista de Mapa. A més, la capçalera de les pestanyes disposava del nom de la zona que l'usuari els hi havia assignat i un rectangle que tenia com a color de fons l'estat d'aquella zona. Si l'estat de la zona canviava, el color del rectangle també ho feia de manera coherent.

Per tal de millorar la usabilitat de la Vista de Mapa es va fer servir Avalondock, però no va ser una tasca senzilla. En primer lloc, perquè el desenvolupador desconeixia la llibreria i mai l'havia utilitzat, i en segon lloc perquè la documentació oficial que tenia disponible a la xarxa, així com la informació provinent de comunitats de desenvolupadors, no era gaire abundant.

Una de les majors dificultats amb la que el desenvolupador es va trobar va ser mantenir les imatges de les zones i les àrees de cobertura dels diferents detectors que aquestes tenien. Inicialment, quan s'extreia una pestanya i es convertia en finestra, la imatge de la zona així com els seus detectors desapareixien. Aquest inconvenient es va solucionar fent servir com a "Documents" del control Avalondock els models de vista corresponents, que al mateix temps es van haver d'adaptar.

Pel que fa a les cobertures, el problema feia referència a la classe "Shape" que les definia. Per a una aplicació WPF, una mateixa forma o "Shape" en un moment donat no pot pertànyer a més d'un objecte "pare". Això originava problemes quan es va començar a adaptar la Vista del Mapa al control Avalondock ja que originalment les formes que s'afegien a les zones d'aquesta vista eren les mateixes que hi havia al Panell de control que les permetia editar. Aquest contratemps es va solucionar eliminant les formes de la Vista del Mapa quan es volien editar des del Panell de control i fent el contrari quan es volia



obrir la Vista del Mapa.

A més, un altre problema que va aparèixer en utilitzar aquest nou control va ser el fet de perdre la funció de “pestanya seleccionada”. Per solucionar aquest inconvenient es va fer servir la propietat “Active Document” de la llibreria i el codi on s’actualitzava la pestanya seleccionada es va modificar perquè canviés el document actiu del control Avalondock.

Finalment, el rectangle de color que estava al costat del títol de la zona i que mostrava el seu estat es va afegir a la plantilla de la capçalera dels documents. Al seu torn, el títol de la capçalera o nom de la zona quan una pestanya o finestra estava seleccionada, canviava de tipus de lletra, essent d’aquesta manera la selecció més evident.

### Mòduls externs

El prototip del que es va partir utilitzava un seguit de mòduls externs que li permetien comunicar-se amb els detectors. Aquests mòduls s’havien implementat per a l’aplicació Remote i aquesta havia estat testejada amb profunditat anteriorment. Això últim feia que la possibilitat que el codi tingués errors fos molt baixa i a més es va veure que s’estalviaria temps ja que bona part del codi no s’hauria de tornar a programar. A continuació s’expliquen els mòduls que SenseNET Graphics fa servir amb una petita descripció de les funcions més destacades.

- Connection. El projecte es fa servir per definir i implementar els diferents tipus de connexió.
  - ConnectionFactory. Aquesta classe implementa la interfície IConnectionFactory. Conté els mètodes necessaris per a crear els diferents tipus de connexió (Serial, Ethernet).
  - EthernetConnection. Classe que implementa els mètodes de la interfície IConnection per al tipus de connexió Ethernet.
  - IConnection. Interfície que defineix els mètodes de connexió bàsics que es necessiten (Open, Close, ReadData, WriteData).
  - IConnectionFactory. Interfície que defineix totes les IConnection possibles (connexió Ethernet i Serial).
  - SerialConnection. Classe que implementa els mètodes de la interfície IConnection per al tipus de connexió Serie.
- DynamicDataDisplay. Aquest mòdul s'utilitza per a visualitzar dades de forma dinàmica. En el cas de SenseNET Graphics es fa servir per la Chart Record Window que mostra el Gràfic de nivells d'un detector en un període de temps determinat. En concret es mostra un gràfic de línies on es pot veure l'evolució del nivell d'un detector i el nivell de foc (en %) al llarg del temps.
- PCIProtocol. Aquest mòdul conté entre d'altres una classe amb el mateix

nom que disposa dels mètodes necessaris per a comunicar-se amb els Command. Aquests mètodes es poden dividir en mètodes de creació i descodificació de missatge i mètodes de validació. Tots ells es criden des de la classe ComManager del Mòdul RemoteModel.

- RemoteModel. Aquest mòdul és el principal responsable de les comunicacions i s'han fet servir tant les classes del seu Model com algunes classes auxiliars. Al model tenim classes que distingeixen els diferents tipus de detectors i que utilitzen l'herència per aprofitar aquelles característiques o atributs que tenen en comú. També hi ha classes que contenen els paràmetres necessaris per a configurar els detectors i la informació de l'histograma i els registres. A més hi ha dos conjunts de classes (Communications i Core) que s'encarreguen de gestionar les comunicacions.

### *Funcionament de les comunicacions*

A continuació s'explica a grans trets el funcionament de les comunicacions dins l'aplicació fent referència als mòduls de l'apartat anterior. En concret, es parla tant de l'establiment de les connexions amb les diferents xarxes del projecte com del posterior monitoratge.

#### *Establiment de la connexió*

Quan l'usuari prem el botó connectar de l'aplicació s'inicia el procés de connexió. Es crida a la funció MonitorAll de la classe MonitorComms que recorre les xarxes del projecte i intenta la connexió per cadascuna d'elles. Per fer-ho té en compte el tipus de connexió que fan servir. En un mateix projecte hi poden haver xarxes que es connectin mitjançant un port Serial i d'altres que ho facin a través d'Ethernet.

Per establir la connexió s'utilitzen els mètodes ConnectSerial o ConnectEthernet de la classe Core (mòdul Remote). Aquests fan servir la classe ConnectingOperation que inicialitza els atributs de la connexió. Després criden el mètode Start de l'objecte ConnectingOperation que segons el tipus de connexió crida a ConnectSerial o a ConnectEthernet de la classe ComManager. Aquests creen objectes SerialConnection i EthernetConnection, i criden els mètodes Open de cada connexió. Respectivament s'encarreguen de cridar el mètode Connect de la classe TcpClient<sup>24</sup> (llibreria System.Net.Sockets) o el mètode Open de la classe SerialPort<sup>25</sup> (llibreria System.IO.Ports).

La classe TcpClient de la llibreria System.Net.Sockets proporciona mètodes simples per connectar, enviar i rebre dades a través d'una xarxa en mode de bloqueig sincronitzat. Perquè pugui realitzar la connexió i intercanviar dades, un TcpListener o Socket creat amb el protocol Tcp ProtocolType ha d'estar escoltant les sol·licituds de connexió entrants. En el cas d'aquest projecte



estaríem parlant dels detectors. La connexió es pot realitzar de dues maneres:

- Creant un objecte TcpClient i cridant a un dels seus mètodes de connexió (que seria el nostre cas).
- Creant un TcpClient utilitzant el nom de l'amfitrió i el número de port del servidor remot i aquest automàticament ja intentarà la connexió.

La classe SerialPort de la llibreria System.IO.Ports permet controlar un recurs de fitxer de port sèrie. Proporciona E/S síncrona i orientada a esdeveniments, accés als estats de pin i break, i accés a les propietats del controlador Sèrie. Un dels mètodes d'aquesta classe que també s'utilitza a l'aplicació SenseNET Graphics és GetPortNames que retorna els noms dels ports Sèrie de l'ordinador on s'està utilitzant. En concret, dins l'aplicació es fa servir a la *Configuració d'una xarxa* per seleccionar un port Sèrie de l'ordinador sobre el qual es farà la connexió.

Algunes de les propietats de la classe SerialPort que s'utilitzen a l'aplicació són:

- DtrEnable: obté o estableix un valor que habilita el senyal Data Terminal Ready (DTR) durant la comunicació en sèrie. El DTR és un senyal de control de les comunicacions Sèrie RS-232.
- Handshake: obté o estableix el protocol *handshaking*<sup>26</sup> per a la transmissió de dades del port sèrie mitjançant un valor de Handshake (RequestToSend, RequestToSendXOnXOff, XOnXOff).
- ReadTimeout: obté o estableix el nombre de mil·lisegons abans que es produeixi un temps d'espera quan una operació de lectura no finalitzi.
- RtsEnable: obté o estableix un valor que indica si el senyal Request to Send (RTS) està activat durant la comunicació en sèrie.
- WriteTimeout: obté o estableix el nombre de mil·lisegons abans que es produeixi un temps d'espera quan una operació d'escriptura no finalitzi.

Algunes de les propietats de la classe TcpClient que es fan servir a l'aplicació són:

- Connected: obté un valor que indica si el connector subjacent d'un TcpClient està connectat a un host remot.
- ReceiveTimeout: obté o estableix la quantitat de temps que un TcpClient esperarà per rebre dades una vegada que s'inicia una operació de lectura.

A la Figura 56 es pot observar el flux de les operacions per l'establiment de la connexió amb les xarxes. Com s'ha explicat prèviament, hi ha una separació entre les connexions Sèrie i les connexions TCP/IP al final del procés.

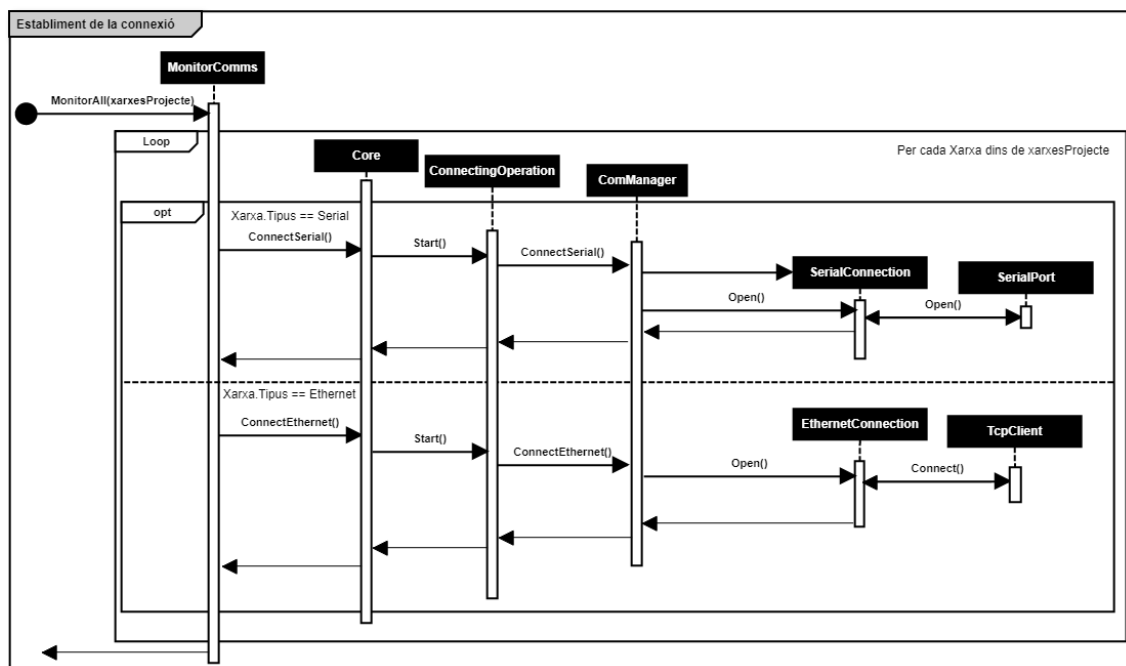


Figura 56. Flux de les operacions per la connexió amb les xarxes

Finalment, també cal dir que els missatges són cadenes de bytes i que es fan servir temporitzadors (Timers de la llibreria System.Timers) per indicar entre d'altres aspectes cada quant temps cal enviar o llegir un missatge i el temps d'espera abans de donar per acabada la comunicació.

### Monitoratge

Un cop feta la connexió, MonitorComms té un Thread en segon pla anomenat Monitoring que s'encarrega de monitorar contínuament l'estat de les xarxes del projecte. Per cada xarxa, recorre els seus detectors, i en llegeix l'estat amb el mètode StartReadExtendedStatus de la classe Core (RemoteModel). Aquest mètode es connecta amb el detector, genera un missatge d'enquesta i li envia fent servir el mètode SendSensenetMessage de la classe ComManager. SendSensenetMessage fa servir WriteData de les implementacions de la interfície Iconnection. En el cas d'Ethernet fa servir el mètode Write de la classe NetworkStream i en el cas de Serial, el mètode Write de la classe SerialPort.

A més d'enviar missatges d'enquesta (en anglès polling) per preguntar als detectors el seu estat, cal llegir aquells missatges que arriben a la connexió establerta, ja sigui Ethernet o Sèrie. Per fer aquesta lectura, quan es crea l'objecte ComManager es posa en marxa un temporitzador que cada x mil·lisegons crida al mètode CheckIncomingMessages que a la vegada crida al ReadData de SerialConnection o EthernetConnection. Aquests fan servir el Read de la classe SerialPort i el Read de la classe NetworkStream respectivament.

Quan es llegeixen els missatges entrants de la connexió, amb el mètode `IsCompleteMessage` de la classe `PCIProtocol` (mòdul homònim) es comprova que sigui un missatge complet i s'envia al mètode `ProcessPCIMessage` que s'encarrega de gestionar-lo i actuar en funció del seu tipus. Bàsicament aquest últim mètode descodifica els missatges i actua en funció del valor obtingut.

Finalment, dir que l'estat de la xarxa és en tot moment l'estat més crític de tots els dels seus detectors i que si en algun moment la connexió es perd, el Thread de monitoratge s'interromp.

## 7. Planificació temporal

### Planificació general

#### Planificació estimada del projecte

La durada estimada del projecte és aproximadament de quatre mesos començant el 23 d'octubre del 2017 i acabant el 2 de febrer de l'any següent. La data límit per acabar-lo està relacionada amb les dates de convocatòria del tribunal, que van del 23 al 27 d'abril del 2018. Cal dir també, que la data límit per realitzar el seguiment amb el professor ponent és el 19 de març del 2018. D'aquesta manera, quedant-nos amb la primera data del període de presentacions, es disposaria d'un marge força gran com per fer les correccions que es considerin oportunes. La càrrega de treball prevista per a aquest projecte és d'unes 375 hores al lloc de pràctiques més unes 60 hores reservades per documentació, fent un total de 435 hores.

#### Recursos

Aquest projecte corre exclusivament a càrrec de l'alumne que farà les funcions de Cap de projecte, Analista, Dissenyador i Programador. Així doncs, s'ocuparia no només de la implementació del nou software sinó també de tasques relacionades amb la gestió del projecte, dels requeriments, de l'anàlisi i el disseny. L'alumne dedicaria 5 hores al dia i en conseqüència 25 hores setmanals.

Pel que fa als recursos materials, podem diferenciar entre el software i el hardware. Del primer es disposa d'un ordinador de sobretaula amb processador i5 a 2.8GHz, 4GB de RAM amb Windows 8 64bits i de diversos detectors de l'empresa que serviran per testejar l'aplicació. Del segon es disposa de: Visual Studio 2010 pel desenvolupament, Microsoft Office 2010 (Word per a redactar documents del projecte i la memòria, Outlook per comunicar-se amb els membres de l'equip, MSProject per planificar el projecte i Lync com a eina de missatgeria instantània), Subversion pel control de versions i HP Quality Center

per gestionar les proves que realitzaria l'equip de control de qualitat.

### Valoració d'alternatives i pla d'acció

Essent la data límit definitiva per presentar el projecte el 13 d'abril del 2018 i la data d'acabament del conveni el 28 de febrer, es disposa d'un marge d'un mes i mig. En cada fase s'han d'obtenir uns resultats concrets. Si en acabar una fase es considera que la part més crítica dels objectius previstos no ha estat assolida, s'hauria d'allargar el termini i tornar a planificar la seva durada.

Les causes per no poder assolir els objectius poden ser diverses i per a cadascuna caldria una solució diferent. Si s'ha assignat un temps de realització massa curt per segons quines tasques, aquest s'hauria d'ampliar tenint en compte la feina feta fins el moment. Si l'abast del projecte ha crescut i no s'hi pot fer front, caldria reduir les funcionalitats del software o ampliar la data de finalització del projecte. Si hi ha tasques que són menys crítiques i es poden ometre o simplificar per tal de reduir el temps o recuperar-ne de perdut, es faria sempre i quan no perjudiqués al bon desenvolupament del projecte.

Considerant que el mètode que es segueix es iteratiu, si en acabar una iteració es constata una desviació substancial en els objectius, aquesta es podria corregir en la següent iteració.

### Consideracions

Atès que les fases s'executen una rere l'altra per la metodologia RUP<sup>27</sup> utilitzada en la planificació del projecte, a efectes pràctics aquest es considera seqüencial. A més, per realitzar el projecte només es disposa d'una persona, que assumirà diferents rols (Cap del projecte (CP), Analista (A), Dissenyador (D), Programador (P)).

En estar les tasques definides amb força nivell de detall, existeix una dependència intrínseca entre la majoria d'elles. Aquelles per a les quals s'ha cregut necessari definir una dependència, s'han especificat tant per escrit com en el diagrama de Gantt de les figures 1- 4. Finalment, cal dir que el camí crític del projecte és únic i passa per les 4 tasques principals d'aquest. Per aquesta raó no s'ha considerat necessari dissenyar el diagrama de Pert.

### Descripció de les tasques

A continuació (Taula 2) s'especifiquen les tasques del projecte en cadascuna de les fases. També es citen i justifiquen les dependències que hi ha entre algunes de les tasques i es parla dels artefactes que es deriven de la seva execució.

		Activitat	Temps (h:min)	Recurs	Dependències
Inception (1)	Gestió del projecte (2)	Identificar i avaluar riscos (3)	4:20	CP	
		Planificar fases i iteracions(9)	1:15	CP	3
		Desenvolupar el pla de la iteració (12)	1:40	CP	9
		Documentació projecte (15)	5:35	CP	
	Requeriments (16)	Identificar actors i casos d'ús (17)	3:05	A	
		Desenvolupar document de visió (20)	2:30	A,D,CP	17
		Definir casos d'ús (24)	11:40	A	20
		Definir requeriments (26)	10:0	A	24
		Desenvolupar prototip de la interfície d'usuari (27)	7:15	D	
	Entorn (28)	Obtenir, instal·lar i configurar eines (29)	0:50	CP	
		Desenvolupar directrius de programació (30)	1:50	P	
			50 : 0		
Elaboration (31)	Gestió del projecte (32)	Programar i assignar tasques (33)	1:15	CP	
		Reunió de control (34)	1:15	CP	
		Documentació projecte (38)	18:45	CP	
	Requeriments (39)	Revisar document de visió (40)	8:45	CP	
		Definir casos d'ús que falten (42)	5:0	A	40
		Definir requeriments que falten (44)	5:0	A	42
	Implementació (45)	Implementar components (46)	60 : 0	P	39
			100 : 0		
Construction (51)	Gestió del projecte (52)	Programar i assignar tasques (53)	1:40	CP	
		Reunió de control (54)	1:40	CP	
		Documentació projecte (58)	46:40	CP	
	Requeriments (59)	Revisar requeriments (60)	10 : 00	A	52

	Implementació (61)	Implementar components (62)	90 : 00	P	59
			150 : 0		
Transition (67)	Gestió del projecte (68)	Programar i assignar tasques (69)	2:30	CP	
		Documentació projecte (70)	17:30	CP	
	Requeriments (71)	Revisar requeriments (72)	5 : 0	A	68
	Implementació (73)	Implementar components (74)	30 : 0	P	71
	Desplegament (79)	Definir inventari del software i materials del producte final (80)	1:15	CP	73
		Desenvolupar material de suport per l'usuari final (81)	16:15	P	73
		Escriure notes de llançament (82)	1:15	P	73
		Produir artefactes d'instal·lació (83)	1:15	P	73
			75 : 0		
Total			375 : 0		

Taula 2. Tasques del projecte

### Inici (Inception)

**Dependències:** El desenvolupament del pla de la iteració corresponent a la gestió del projecte no pot realitzar-se fins que la planificació de fases i iteracions del mateix àmbit hagi acabat. Així, per poder decidir quines activitats es fan en una determinada iteració, s'han de tenir clars els objectius de la fase a la qual pertany. La definició de casos d'ús de la disciplina de requeriments no pot començar fins que no s'hagin identificat els actors i casos d'ús, i desenvolupat el document de visió. Això es deu al fet que per poder descriure els casos d'ús amb un alt nivell de detall és necessari haver-los identificat i conèixer els principals requeriments, funcionalitats i restriccions del sistema.

**Resultats:** S'espera obtenir el document de visió, amb els principals requeriments del projecte, funcionalitats i restriccions. També es podrà disposar d'un model preliminar de casos d'ús (10% - 20%), d'una avaluació inicial dels riscos del projecte, d'un pla de projecte que mostri les fases i iteracions, i d'un primer prototip de les interfícies d'usuari.

### Elaboració (Elaboration)

**Dependències:** La fase d'elaboració començarà un cop acabada la d'inici, havent assolit els seus objectius o si més no, es constati que no són un

impediment per continuar amb el desenvolupament del projecte.

Per definir els casos d'ús que falten, cal haver revisat el document de visió. Això és així perquè per poder detallar els esdeveniments dels nous casos d'ús, cal haver definit les noves funcionalitats del sistema i haver-ne revisat els requeriments.

Resultats: Acabada aquesta fase es podrà disposar d'un model de casos d'ús força refinat (completat com a mínim en un 80%), el que implica que tots els casos d'ús i actors s'han identificat i s'han especificat la majoria de les seves descripcions. També es disposarà dels requeriments addicionals que capturen els no funcionals i dels no associats a cap cas d'ús i d'un model del domini provisional. Per últim, s'obtindrà un prototip de les interfícies d'usuari força refinat i una llista de riscos del projecte revisada.

### Construcció (Construction)

Dependències: La fase de construcció començarà un cop acabada la d'elaboració, el que voldrà dir que les fites marcades per aquest fase s'hauran assolit. A més, s'hauran hagut d'avaluar positivament tots els resultats que s'hagin produït.

Resultats: Acabada aquesta fase es disposarà del software integrat a les plataformes previstes, així com dels manuals d'usuari i de la descripció de la release actual.

### Transició (Transition)

Dependències: La fase de transició començarà un cop acabada la de construcció.

Resultats: Llista d'inventari del software, materials del producte final, material de suport per a l'usuari, release notes finals i artefactes d'instal·lació.



## Diagrama de Gantt

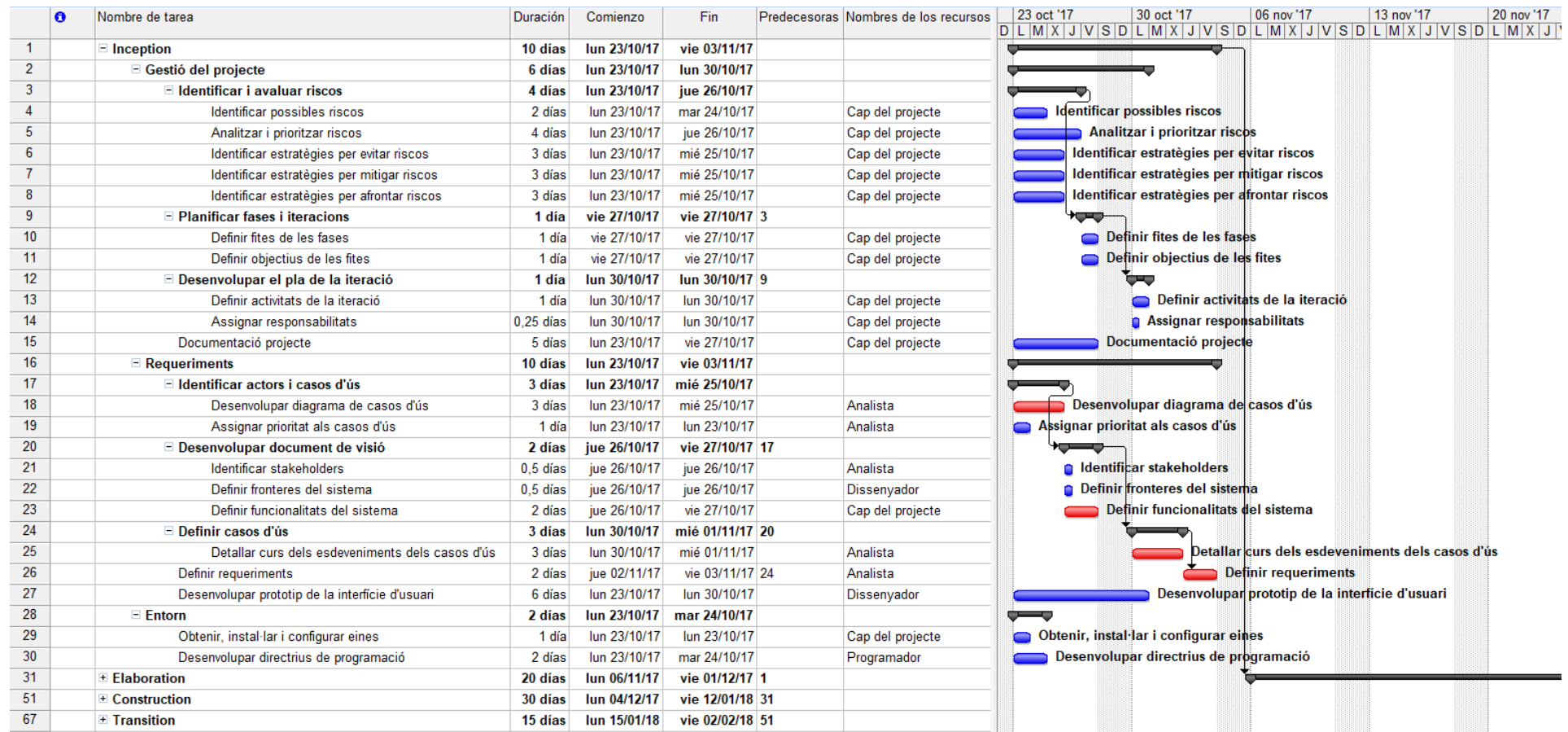


Figura 57. Fase d'Inici del projecte (Inception)



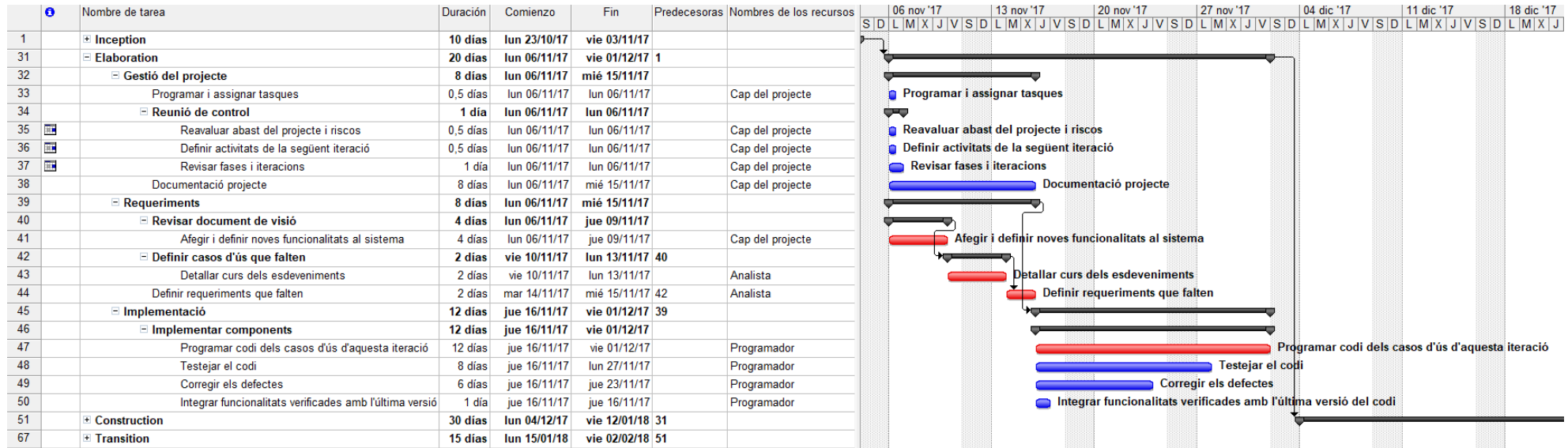


Figura 58. Fase d'Elaboració del projecte (Elaboration)

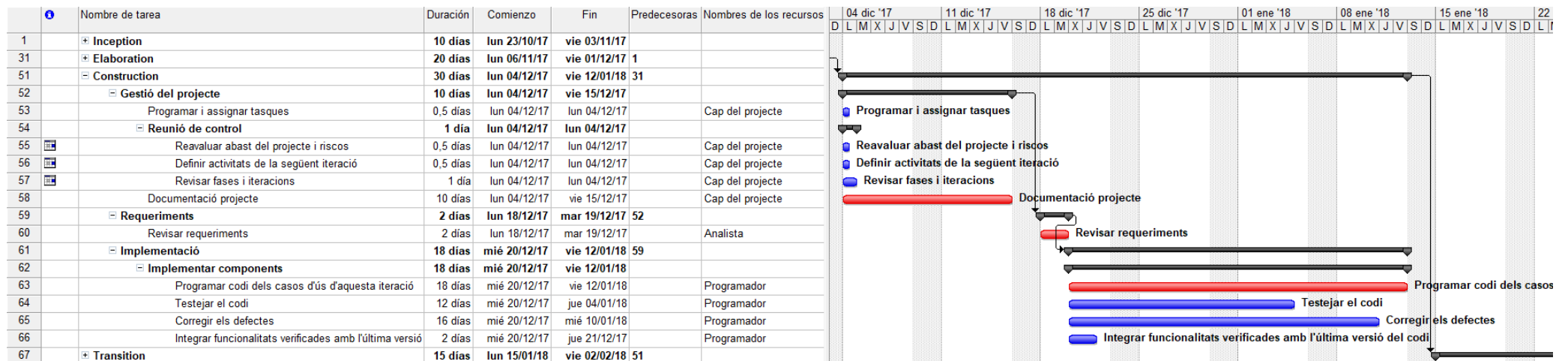


Figura 59. Fase de Construcció del projecte (Construction)

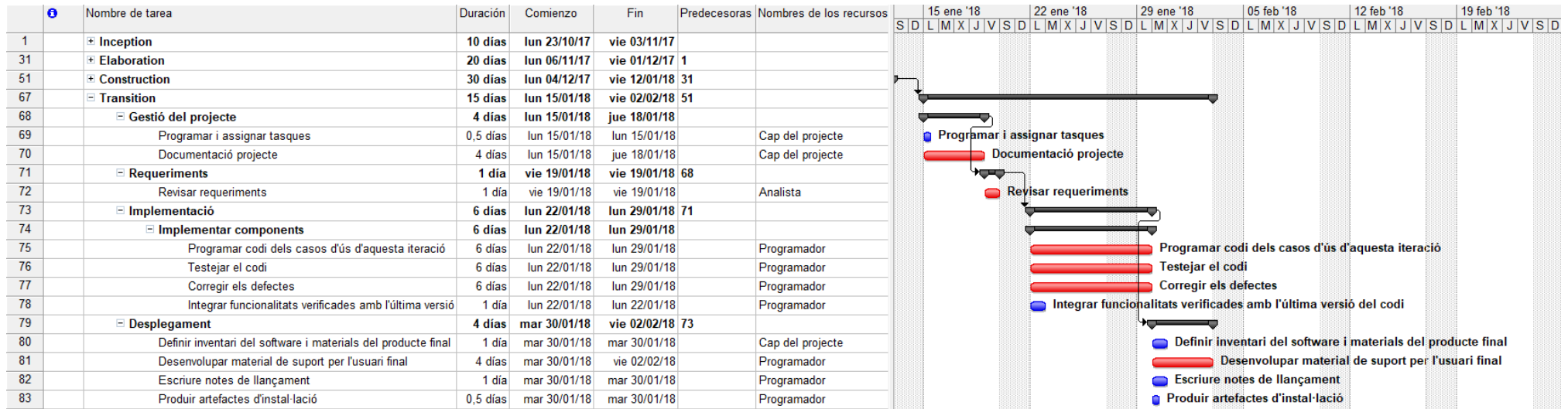


Figura 60. Fase de Transició del projecte (Transition)

## Desviacions

En un principi el projecte havia de començar el dia 18 de setembre del 2017 i s'havia previst la data d'acabament pel dia 22 de desembre del mateix any. La data límit estava relacionada amb les dates de convocatòria del tribunal, previstes entre el 22 i el 26 de gener de 2018.

D'altra banda, la data límit per realitzar el seguiment amb el professor ponent era el 18 de desembre de 2017. D'aquesta manera, es disposava d'un mínim de vint dies laborables per fer les correccions que es consideressin oportunes.

Malauradament, per motius administratius (endarreriments en la renovació del conveni) el projecte no es va poder iniciar en la data prevista. De fet, la reincorporació al lloc de pràctiques es va produir 5 setmanes més tard del previst (23 d'octubre), i això va afectar al marge de temps disponible. Es per aquest motiu que es va escollir el següent torn de lectura respecte al que ja s'havia triat, quedant aquesta fixada entre els dies 23 i 27 d'abril de 2018.

## 8. Gestió Econòmica

### Consideracions inicials

En aquest apartat es detalla el pressupost necessari per a l'execució del projecte i del pla de control del mateix. Per al primer d'aquests dos passos s'ha de calcular el cost dels recursos que es faran servir per al desenvolupament i la implementació del projecte, ja siguin els recursos humans, les despeses generals o l'amortització del hardware.

En relació al pressupost, es tenen en compte els recursos que calen per dur a terme el projecte i s'estima el cost total del mateix. Per a això, s'han calculat els costos directes per activitat, els costos indirectes, les amortitzacions, la contingència i els imprevistos.

A més, cal dir que el projecte el realitza una sola persona que desenvolupa tots els rols dedicant un total de 5 hores diàries.

### Identificació i estimació dels costos

Per poder elaborar el pressupost del projecte cal identificar i estimar els costos d'aquest. En els següents apartats es concreten els diversos costos esmentats més amunt.

#### Costos directes per activitat

Per calcular els costos directes per activitat s'han fet servir dues variants. La

variant 1 té en compte que l'alumne treballa com a becari a l'empresa i, per tant, quantifica el sou en 8 €/hora. La variant 2 aplica un salari diferent segons el rol desenvolupat. Per fer-ho s'ha tingut en compte l'estudi de remuneració del 2016 elaborat per Page Personnel<sup>28</sup>. Pel cap de projecte 17.85€/h, per l'analista 15,84€/h, pel dissenyador 12.05€/h i pel programador 10.71€/h. A la Taula 3 es detallen els costos per activitat en funció d'aquestes dues variants.

		Activitat	Temps (h:min)	Recurs	Cost variant 1 (€)	Cost variant 2 (€)
Inception	Gestió del projecte	Identificar i avaluar riscos	4:20	CP	34.64	77.29
		Planificar fases i iteracions	1:15	CP	10	22.31
		Desenvolupar el pla de la iteració	1:40	CP	13.36	29.75
		Documentació projecte	5:35	CP	44.64	99.66
	Requeriments	Identificar actors i casos d'ús	3:05	A	24.64	48.84
		Desenvolupar document de visió	2:30	A,D,CP	20	114.35
		Definir casos d'ús	11:40	A	93.36	184.8
		Definir requeriments	10:0	A	80	158.4
		Desenvolupar prototip de la interfície d'usuari	7:15	D	58	87.36
	Entorn	Obtenir, instal·lar i configurar eines	0:50	CP	6.64	14.87
		Desenvolupar directrius de programació	1:50	P	14.64	19.63
			<b>50:0</b>		<b>400</b>	<b>857.26</b>
Elaboration	Gestió del projecte	Programar i assignar tasques	1:15	CP	10	22.31
		Reunió de control	1:15	CP	10	22.31
		Documentació projecte	18:45	CP	150	334.69
	Requeriments	Revisar document de visió	8:45	CP	70	156.19
		Definir casos d'ús que falten	5:0	A	40	79.2
		Definir requeriments que falten	5:0	A	40	79.2
	Implementació	Implementar components	60:0	P	480	642.6

			<b>100:0</b>		<b>800</b>	<b>1336.5</b>
Construction	Gestió del projecte	Programar i assignar tasques	1:40	CP	13.36	29.75
		Reunió de control	1:40	CP	13.36	29.75
		Documentació projecte	46:40	CP	373.36	833
	Requeriments	Revisar requeriments	10:0	A	80	158.4
	Implementació	Implementar components	90:0	P	720	963.9
			<b>150:0</b>		<b>1200</b>	<b>2014.8</b>
Transition	Gestió del projecte	Programar i assignar tasques	2:30	CP	20	44.62
		Documentació projecte	17:30	CP	140	312.37
	Requeriments	Revisar requeriments	5:0	A	40	79.2
	Implementació	Implementar components	30:0	P	240	321.3
	Desplegament	Definir inventari del software i materials del producte final	1:15	CP	10	22.31
		Desenvolupar material de suport per l'usuari final	16:15	P	130	174.04
		Escriure notes de llançament	1:15	P	10	13.39
		Produir artefactes d'instal·lació	1:15	P	10	13.39
			<b>75:0</b>		<b>600</b>	<b>980.62</b>
			<b>375</b>		<b>3000</b>	<b>5189.18</b>
Total						

Taula 3. Costos directes per activitat

S'ha fet una divisió de les quatre fases del projecte i de cada fase s'han seleccionat les diferents disciplines. Dins d'aquestes, per cada activitat s'han calculat les hores, els recursos i el cost en euros.

Per calcular les hores s'ha tingut en compte el calendari previst i s'han distribuït les hores de cada dia per les tasques d'aquell dia. Els recursos fan referència als diferents rols que desenvolupa l'estudiant i es descriuen de la següent manera: Cap del projecte (CP), Analista (A), Dissenyador (D), Programador (P). Finalment, el cost en euros s'ha calculat segons les hores de dedicació a l'activitat multiplicades pel salari/hora de l'estudiant (8€ o el preu segons el rol).

### Costos indirectes

- Local, aigua, llum, telèfon, etc. Aquests costos, que ja té l'empresa contemplats per al seu funcionament diari, no es tindran en compte.

- Consum elèctric de l'ordinador de sobretaula. Es disposa d'un equip que consumeix 70W actiu, 25W en mode estalvi i 1.5W apagat, i està encès 4 hores i mitja al dia i en estalvi mitja hora. Això genera un consum de  $70W * 4.5h/dia + 25W * 0.5h/dia + 1.5W * 19h/dia = 356Wh$  al dia. Suposant una despesa elèctrica de 0.13€/kWh, el cost aproximat diari s'ha estimat en 5 cèntims d'euro al dia ( $0.356kWh * 0.13€/kWh = 0.046€$ ). Per a tot el projecte, tenint en compte que dura 75 dies, es preveu un cost de 3.75€ ( $0.05€ * 75dies$ ).
- Material d'oficina. També inclou les impressions i s'estima d'uns 15€ entre material i impressions.
- Amortització del hardware. Els dispositius o detectors que s'utilitzaran per a la realització del projecte tenen una vida de 4 anys i, per tant, ja estan amortitzats. És per això que només es té en compte l'amortització de l'ordinador de sobretaula, que té un cost de 520.53€ i que en els pròxims 4 mesos s'utilitzarà exclusivament per a la realització del projecte.
- Software. Atès que l'empresa ja disposa de les llicències necessàries per les aplicacions que es faran servir en aquest projecte, no es tindrà en compte el cost del software.
- Accés a Internet. Atès que l'empresa disposa de fibra òptica i que el consum de banda ampla per part d'un ordinador és mínim, no es tindrà en compte cap cost per aquest concepte.

A la Taula 4 podem veure un resum dels costos indirectes:

	Unitats	Preu unitari	Dedicació (%)	Cost variant 1 (€)	Cost variant 2 (€)
Local, aigua, llum, tlf.	4 mesos	0€/mes	20%	0	0
Consum elèctric ordinador	4 mesos	0.94 €/mes	100%	3.75	15
Material d'oficina	4 mesos	3.75 €/mes	100%	15	60
Amortització ordinador	4 mesos	10.84€/mes	100%	43.36	173.44
Amortització detectors	4 mesos	0€/mes	50%	0	0
Software	4 mesos	0€/mes	100%	0	0
Accés a Internet	4 mesos	0€/mes	40%	0	0
<b>Total</b>				<b>62.11</b>	<b>248.44</b>

Taula 4. Costos indirectes

L'estimació del cost d'amortització de l'ordinador s'ha fet de la següent manera:  
 $520.53 \text{ €} \times (4 \text{ mesos del projecte} / 48 \text{ mesos corresponents a 4 anys})$



d'amortització) = 43.36 euros en total, que dividits entre 4 mesos del projecte suposen un cost mensual de 10.84 € en concepte d'amortització.

### Contingència

En el moment de realitzar el pressupost s'ha de tenir en compte la contingència. Els fons reservats per a això ens permeten minimitzar errors deguts a informació incompleta o a descuits, i es calculen com un percentatge del valor total del pressupost, en aquest cas un 10% de la suma dels costos directes i indirectes. A la Taula 5 es pot veure el seu valor per les dues variants.

	Percentatge	Preu variant 1 (€)	Preu variant 2 (€)	Cost 1 (€)	Cost 2 (€)
Costos directes	10%	3000	5189.18	300	518,92
Costos indirectes	10%	62.11	248.44	6.21	24.84
<b>Total</b>				<b>306.21</b>	<b>543.76</b>

Taula 5. Costos per contingència

### Imprevistos

Avaria de l'ordinador: si l'ordinador pateix algun tipus d'averia s'haurà de substituir per un altre o s'haurà de reparar. Com que es tracta d'un ordinador nou i en bon estat a aquest esdeveniment se li assigna un 5% de probabilitat d'ocurrència.

Avaria d'algun dels detectors: com s'ha dit prèviament, es tracta de dispositius de 4 anys de vida i la probabilitat de que pateixin una avaria és mitjana. Segons això, se li assigna un 20% de probabilitat a aquest esdeveniment. Per al projecte s'han utilitzat un total de 8 dispositius, però tenint en compte que es disposa de molts d'aquests, es creu que el cost de substitució serà nul.

18 dies de retard: fins a la data de finalització del conveni amb l'empresa, tenint en compte que la darrera tasca del calendari està prevista pel dia 2 de febrer, hi ha un marge de 18 dies de retard. Com que als rols de Cap del projecte i de Programador és als que més hores es dedicaran, es calcula el preu d'aquest retard en funció d'aquests dos rols. Es fa una mitja dels dos sous que equival a 14,28 (10.71+17.85 / 2). Considerant un sou de 8€/hora, 5 hores/dia i 18 dies (720€ en total) i una probabilitat d'ocurrència del 10%, el cost en la variant 1 per aquest concepte seria de 72€. Per la variant 2, 1285.2€ el 10% dels quals és 128.52€. per calcular el cost d'averia en la variant 2 s'han suposat 4 ordinadors (un per cada rol) i el cost és proporcional a l'averia d'un sol ordinador.

	Probabilitat	Unitats	Preu (€)	Cost variant 1 (€)	Cost variant 2 (€)
Averia de l'ordinador	5%	1	520.53	26.03	104.12
Averia d'algun dels dispositius	20%	8	600 – 1000	0	0
18 dies de retard	10%	90h	8€/h	72	128.52
<b>Total</b>				<b>98.03</b>	<b>232.64</b>

Taula 6. Costos per imprevistos

### Pressupost

Tenint en compte tots els apartats anteriors de la secció Estimació de costos, el cost total del projecte segons les dues variants es pot veure a la Taula 7.

	Cost variant 1 (€)	Cost variant 2 (€)
<b>Costos directes</b>	3000	5189.18
<b>Costos indirectes</b>	62.11	248.44
<b>Contingència</b>	306.21	543.76
<b>Imprevistos</b>	98.03	232.64
<b>Total</b>	<b>3466.35</b>	<b>6214.02</b>

Taula 7. Pressupost del projecte

### Control de gestió

En aquest apartat fem esment dels procediments a utilitzar per comparar i avaluar les desviacions, si n'hi ha, entre el pressupost i els costos directes per activitat del projecte un cop aquest, o alguna de les seves fases, hagi acabat.

En acabar cadascuna de les quatre fases, cal comparar el cost que s'havia pressupostat per a cadascuna amb el cost real de la mateixa. Si el cost real és major que el prèviament pressupostat, caldrà d'utilitzar la part que correspongui del fons de contingències per fer-hi front i identificar la causa per evitar que es tornin a produir. Si per contra és menor, la diferència es reservaria per a futures desviacions.

El càlcul de les desviacions seguirà les fórmules següents:

- Desviació en preu = (Cost Estimat – Cost Real) \* Hores reals pel recurs humà
- Desviació en consum = (Hores estimades pel recurs humà – Hores reals) \* Cost Estimat
- Desviació total = Desviació en preu + Desviació en consum

## 9. Informe de sostenibilitat

Un cop explicada la gestió econòmica del projecte, cal parlar de la seva sostenibilitat. Així doncs, en aquest apartat s'estudia la sostenibilitat del



projecte en els àmbits econòmic, social i ambiental i es mostra la matriu de sostenibilitat proposada a la guia de l'assignatura de GEP.

### Matriu de sostenibilitat

La matriu de sostenibilitat de la Taula 8 presenta el resultat de l'avaluació del projecte SenseNET Graphics en tres grans blocs: Projecte Posat en Producció, Vida Útil i Riscos. Per cada un dels blocs s'ha realitzat una valoració de l'impacte ambiental, econòmic i social tant per la fita inicial com per la fita final del projecte. Aquesta avaluació aporta un rang de sostenibilitat entre -60 i 90 punts, en concret el projecte que ens ocupa té una valoració de 65 punts.

	Projecte posat en producció	Vida útil	Riscos	Total
Ambiental	Consum del disseny	Petjada ecològica	Riscos ambientals	
	6	16	-2	20
Econòmic	Factura	Pla de viabilitat	Riscos econòmics	
	8	17	-1	24
Social	Impacte personal	Impacte social	Riscos socials	
	9	15	-3	21
Sostenibilitat	23	48	-6	65

Taula 8. Matriu de sostenibilitat del TFG

En els següents apartats de l'informe es descriu l'avaluació de cadascun dels blocs. Per cada una de les avaluacions es descriuen els aspectes que s'han valorat i la seva justificació. La ponderació de cadascun dels apartats s'ha fet en relació a les solucions que existeixen actualment i en els riscos o alternatives que poden tenir cadascun dels aspectes.

### Projecte Posat en Producció

El Projecte Posat en Producció o PPP avalua el projecte SenseNET Graphics durant la seva planificació, desenvolupament i implantació.

#### Ambiental

##### Fita Inicial

Els recursos més utilitzats durant el projecte per part del seu responsable són l'ordinador de sobretaula, els dispositius de detecció de fum i els diferents softwares. Els dispositius s'utilitzaran per programar i provar les diferents funcionalitats de l'aplicació.

L'opció de reutilitzar un ordinador s'ha descartat ja que es requereix un temps de vida útil llarg per tal de fer servir l'ordinador durant el màxim temps possible. D'aquesta manera, l'ordinador nou amb el que es treballarà podrà ser reutilitzat per part d'altres persones quan esgoti la seva vida útil dins el projecte

SenseNET Graphics. A més, evitem el cost de les reparacions derivades dels llargs períodes de temps en els que ha d'estar funcionant.

En concret el consum elèctric de l'ordinador que s'utilitza per a realitzar el projecte és de 70W quan està actiu, 25W en mode estalvi i 1.5W quan està apagat. Suposem un ús intensiu de 4.5 hores de feina, 0.5 h de baix consum i 19 hores que l'ordinador està apagat, obtenim el següent consum diari:

Ordinador de sobretaula:  $4.5h \times 70W + 0.5h \times 25W + 19h \times 1.5W = 315W h + 12.5 W h + 28.5 W h = 356 W h$

Cal dir també que sense l'existència del TFG, realitzar aquest projecte podria comportar més consum energètic i impacte ambiental. Això és així perquè probablement hi hauria més treballadors implicats, que a la vegada farien servir més recursos materials.

Com s'ha dit prèviament, aquest projecte reutilitzarà dispositius que ja tenen uns 4 anys de vida i, per tant, no generarà cap impacte ambiental derivat de la producció de nous dispositius. En concret per a les proves amb l'aplicació s'han utilitzat els següents dispositius: 2 Command Module, 1 Modulaser, 1 HSSD2 i 4 detectors. Segons les especificacions de consum aquests dispositius tenen el següent consum energètic:

- 2 Command Module:  $(24 V \times 450 mA) \times 2 = 21.6W$
- Modulaser:  $24 V \times 350 mA = 8.4W$
- HSSD2:  $24 V \times 450 mA = 10.8W$
- Detectors: 31.2W
  - o Micra 25:  $24 V \times 250 mA = 6W$
  - o 2 Micra 100:  $(24 V \times 400 mA) \times 2 = 19.2W$
  - o Nano:  $24 V \times 250 mA = 6W$

Tenint en compte que els dispositius s'utilitzaven per provar l'aplicació i que quan el responsable del projecte acabava la jornada els apagava, per les 5 hores de jornada laboral tenim el següent consum diari:

Total consum dispositius:  $5h \times (21.6W + 8.4W + 10.8W + 31.2W) = 360Wh$

#### Fita Final

L'impacte ambiental del desenvolupament del projecte fins a l'estat actual, es pot quantificar mesurant el consum energètic dels recursos destinats al seu principal responsable. En aquest cas, aquest treballador ha destinat 375 hores a la realització del projecte. Per tant, tenint en compte els costos energètics de l'ordinador i dels dispositius que es va calcular a la fita inicial el consum energètic al llarg de tot el procés de desenvolupament és el següent:

Consum energètic ordinador:

$$(70W \times 0.75 + 25W \times 0.25) \times 375h + 75dies \times 19h \times 1.5W = 24168.75 \text{ W h}$$

Consum energètic dispositius:

$$(360Wh \times 0.35) \times 375h = 47250 \text{ W h}$$

$$\text{Consum total: } 24168.75 \text{ W h} + 47250 \text{ W h} = 71.4KW \text{ h}$$

Per tal de reduir el consum energètic s'han dut a terme practiques d'estalvi d'energia com el consum responsable. S'ha evitat tenir l'ordinador i els dispositius encesos quan no s'estava treballant ni fent proves amb els segons. S'han fet servir colors més foscos per l'entorn de desenvolupament i s'ha adequat la lluminositat de la pantalla a les necessitats de l'entorn de treball. No es pot quantificar directament l'impacte d'aquestes mesures dins el consum de l'ordinador, per això s'ha estimat que una quarta part del seu ús s'ha fet en baix consum. En el cas dels dispositius s'ha estimat que s'han utilitzat en un 35% de les hores totals del projecte.

Finalment, si bé és cert que s'ha procurat ajustar l'ús dels recursos a les necessitats del projecte, en cas de tornar-lo a realitzar l'ordinador que s'ha fet servir es podria substituir per un ordinador portàtil ja que consumeixen menys. Segons l'informe de Megan Bray<sup>29</sup>: un ordinador portàtil necessita entre 12W i 22W quan està actiu, entre 1.5W i 6W quan està en mode estalvi i entre 1.5W i 2W quan està apagat amb la bateria carregada al 100%. Un ordinador de sobre taula com ja s'ha comentat necessita força més energia. A més la quantitat de dispositius utilitzats es podria ajustar al màxim per a seguir possibilitant les proves realitzades al llarg del projecte. En concret es podrien eliminar de la configuració els dos dispositius repetits.

## Econòmic

### Fita Inicial

Prèviament s'han avaluat els costos del projecte, tant aquells derivats dels recursos humans com materials. A més, s'han tingut en compte els costos generats per ajustaments o reparacions durant el projecte a l'apartat Imprevistos. El cost total del projecte amb un sol treballador s'ha estimat en 3466.35€.

Pel que fa a la viabilitat econòmica, cal dir que el cost total d'aquest projecte és molt inferior al cost real que s'ha estimat en 6214.02€. Això és així perquè el duu a terme una sola persona que treballa com a becari, i això el fa força competitiu.

Si es volgués realitzar el projecte en molt menys temps, caldria assignar més

recursos humans o dedicar-hi més hores al dia, fet que augmentaria el seu cost. Realitzar-lo amb menys recursos i, per tant amb un cost menor, seria complicat si considerem que només hi ha un treballador dedicat al projecte a temps parcial.

#### Fita Final

La previsió econòmica feta a la fita inicial s'ha ajustat correctament i no han aparegut imprevistos en aquest àmbit durant el desenvolupament del projecte.

#### Social

##### Fita Inicial

La realització del projecte permetrà que l'alumne conegui com funciona una empresa durant el seu desenvolupament. També farà que dugui a terme rols que fins ara no havia tingut i que guanyi responsabilitat a l'hora de prendre decisions. D'altra banda, també adquirirà coneixements tècnics en el tipus d'aplicació desenvolupada.

A més, cal dir que aquest projecte és molt necessari perquè és una petició expressa feta pel client d'UTC Fire & Security i forma part d'un conjunt d'aplicacions que tenen com objectiu facilitar l'ús dels dispositius de detecció d'incendis als usuaris que els fan servir. En aquest sentit, la qualitat amb la qual podran desenvolupar la seva feina es veurà clarament millorada, perquè l'aplicació serà més usable i completa.

##### Fita Final

Durant el projecte, malgrat els entrebancs que han aparegut per la falta d'experiència del principal responsable en el tipus d'aplicació a desenvolupar, els coneixements tant professionals com tècnics que s'havien previst en la fita inicial s'han pogut assolir de manera adequada. A més s'ha creat un debat sobre el tractament de les dades que l'aplicació emmagatzema per tal de garantir la seva protecció.

#### Vida Útil

La vida útil avalua el projecte SenseNET Graphics un cop implantat i durant el seu procés d'execució. No es preveu el seu desmantellament perquè es tracta d'una petició feta expressament pels clients i forma part d'un projecte molt més gran.

#### Ambiental

##### Fita Inicial

El projecte proporciona un sistema actualitzat per monitorar instal·lacions de

detecció d'incendis. El software que hi ha actualment ha quedat obsolet pel pas del temps i té mancances pròpies de la tecnologia amb la qual es va desenvolupar. Així doncs, la solució proposada utilitza les tecnologies més actuals amb un major nivell de complexitat. Si bé és cert que el nou software utilitza les noves tecnologies, els requeriments mínims de funcionament que té són simples i, per tant, el consum energètic dels ordinadors que el facin servir serà menor. A més com que el nou software a diferència de l'anterior pot gestionar el nou detector, i aquest és més versàtil i pot substituir diversos predecessors, el nombre de dispositius necessaris per una mateixa instal·lació serà inferior, i per tant, es reduirà el consum energètic.

### Fita Final

Com s'ha comentat anteriorment, el nou detector és més versàtil que els seus predecessors i, per tant, amb menys energia consumida pot controlar una xarxa igual o superior. Això implica que si es substitueix per un o diversos dispositius anteriors a ell i s'utilitza el nou software la petjada ecològica generada serà inferior.

Durant el primer any de vida útil, un cop s'ha comercialitzat l'aplicació, s'haurà de fer un seguiment d'aquesta que implicarà testos i canvis, i tenint en compte altres projectes similars, per dur a terme aquestes tasques l'empresa hi dedicarà els següents recursos:

- Oficina
- Mobiliari
- 4 – 6 ordinadors (1 enginyer software, 2 enginyers hardware, 1 desenvolupador, 1 enginyer de test, 1 tècnic de test).
- Xarxa per fer proves. Amb una xarxa similar a la que s'ha fet servir per a desenvolupar el projecte serà suficient. Així doncs, es faran servir un total de 6 – 8 dispositius.

Consum energètic anual per treballador:

$$(70W \times 0.75 + 25W \times 0.25) \times 1800h + 225 \text{ dies} \times 16h \times 1.5W = 111150W \text{ h}$$

Consum xarxa dispositius:

- Command Module:  $24 \text{ V} \times 450 \text{ mA} = 10.8W$
- Modulaser:  $24 \text{ V} \times 350 \text{ mA} = 8.4W$
- HSSD2:  $24 \text{ V} \times 450 \text{ mA} = 10.8W$
- Detectors: 21.6W
  - o Micra 25:  $24 \text{ V} \times 250 \text{ mA} = 6W$
  - o 1 Micra 100:  $24 \text{ V} \times 400 \text{ mA} = 9.6W$
  - o Nano:  $24 \text{ V} \times 250 \text{ mA} = 6W$

Si suposem que la xarxa es farà servir un 50% de les hores laborals, tenim el següent consum anual:

$$(51.6W \times 900h) = 46440W h$$

Finalment, el consum energètic total és:

$$111.1KW h \times 6\text{treballadors} + 46.4KW h = 713KW h$$

Com es pot observar el consum energètic anual de la vida útil del projecte és força elevat. Per tal de minimitzar-ne els efectes els treballadors implicats en aquest procés seguiran un conjunt de mesures d'estalvi d'energia. Sempre que l'ús de la xarxa no sigui necessari, la desconnectaran del corrent, fent que els seu consum sigui mínim. A més, en situacions en les que sàpiguen que no utilitzaran el seu ordinador per un període de temps elevat, l'apagaran així com també apagaran el monitor. Finalment, si disposen d'un lladre amb interruptor i aquest no està connectat a cap altre dispositiu tret del seu ordinador i/o la xarxa, el desconnectaran.

Per acabar, cal dir que tot i que com s'ha dit el consum d'energia durant la vida útil del projecte serà elevat, l'estalvi que suposarà la substitució de la solució existent per la proposada ho compensarà.

## Econòmic

### Fita Inicial

En l'actualitat hi ha diversos software que permeten monitorar instal·lacions de detecció de focs i que han estat desenvolupats per empreses que produeixen els seus propis detectors. El funcionament dels detectors i del software que els monitorea és similar, però la solució proposada pretén englobar les característiques més importants amb la finalitat de ser més completa i útil. És per això que tot i tenir un cost econòmic similar a les alternatives existents, per les funcionalitats que proporciona, aquesta solució es desmarca de la resta.

### Fita Final

Durant el primer any pel cost estimat del projecte s'ha contemplat un fons reservat per a imprevistos (reparacions, possibles actualitzacions i ajustos) de 20000€. S'ha reservat aquesta quantitat ja que l'equip implicat en el projecte té molts anys d'experiència i ha desenvolupat amb èxit altres projectes. Pel que fa al màrqueting la quantitat reservada té a veure amb el fet que el principal responsable de donar a conèixer el producte té ja una cartera de clients fiable. Finalment, el lloguer de la oficina és elevat perquè parlem d'un edifici força gran de tres plantes. Amb tot això, el desglossament de les despeses del primer any es pot observar a la taula 9.

Concepte	Preu (€)
Altres treballadors	125000
Màrqueting	40000
Sou desenvolupadors	55000
Lloguer oficina	100000
Serveis	30000
Imprevistos	20000
<b>Total</b>	<b>370000</b>

Taula 9. Despeses durant el primer any

El projecte anterior a Modulaser és mou en un preu de mercat de 12000000\$ i, per tant, es pot concloure que el projecte que ens ocupa en aquest informe té una alta viabilitat econòmica ja que el seu cost està molt per sota d'aquesta xifra.

## Social

### Fita Inicial

Les aplicacions per monitorar instal·lacions de detecció de focs que hi ha actualment funcionen d'una manera similar a la solució proposada en aquest projecte. Tot i així, aquesta solució ha tingut en compte les característiques de totes elles i ha aconseguit englobar-ne les més útils, a més d'afegir aquelles de les que no disposaven però eren imprescindibles.

Així doncs, el nou software proporciona més funcionalitats que cap altre software existent tot mantenint una simplicitat en la seva utilització que en millora la usabilitat. A més, resol una problemàtica existent que és la incompatibilitat del nou dispositiu amb el software predecessor.

### Fita Final

Els principals beneficiats d'aquest projecte seran els clients que el van demanar, que trobaran una aplicació actualitzada, més usable que l'anterior i més completa. La seva feina es veurà clarament millorada i els resultats seran més específics.

## Riscos

### Ambiental

El principal risc ambiental del projecte està relacionat amb les bateries dels dispositius. Si aquestes bateries deixen de funcionar i no es poden reparar, es converteixen en un residu tòxic. Això és així pels materials químics amb els que estan fetes. Així doncs, si no es poden seguir utilitzant, suposen una important contaminació pel medi ambient. Tot i així, cal dir que en molt poques ocasions deixen de funcionar o no es poden reparar, amb la qual cosa aquest és un risc menor.



## Econòmic

Un dels aspectes que poden implicar un risc econòmic pel projecte té a veure amb les certificacions. Si el nou dispositiu Modulaser no supera alguna normativa d'algun centre de certificació, la seva venda es veuria totalment aturada en el país de l'organisme certificador i la despesa econòmica que això suposaria seria elevada. Cal dir però que en l'actualitat Modulaser ja ha estat certificat al Regne Unit pel LPCB (Loss Prevention Certification Board)<sup>30</sup> i que l'empresa té una llarga experiència en la fabricació de dispositius de hardware.

## Social

El principal risc que podria aparèixer seria el mal funcionament del software i, en conseqüència, la pèrdua de protecció contra els incendis. És per això, que l'empresa el testearà com és habitual amb rigor i no el posarà a la venda fins que no estigui 100% segura que el producte és de qualitat. Cal dir també que creiem que en l'àmbit del treball es guanyaria qualitat laboral, sobre tot pels clients que fan servir el software actual.

D'altra banda l'aplicació SenseNET Graphics per les alertes que mostra a l'usuari utilitza colors, textos i sons, de manera que si l'usuari té algun tipus de minusvàlua a la vista o a l'oïda, difícilment li suposarà un inconvenient per utilitzar l'aplicació.

Pel que fa a les llibreries, en l'aplicació s'han utilitzat per a millorar-ne la usabilitat i sempre s'ha prioritzat l'ús de llibreries de software lliure per sobre de software propietari.

A més, en referència a les dades dels clients, l'aplicació les tracta quan emmagatzema els projecte i ho fa de manera que queden encriptades. Amb això s'aconsegueix que estiguin en tot moment protegides.

Finalment, comentar que el resultat final d'aquest projecte va ser concebut com a producte de propietat ja que proveeix als clients d'unes funcionalitats molt útils per a monitorar l'estat de les seves instal·lacions.

## 10. Conclusions

### Consecució dels objectius

Malgrat les dificultats que han sorgit durant la realització del projecte, la majoria dels objectius que es van planificar en un principi s'han pogut materialitzar. A més, els responsables del projecte dins l'empresa s'han mostrat satisfets amb el resultat.

No obstant, el desenvolupament del projecte no ha sigut senzill principalment



per un endarreriment de més de cinc setmanes en el calendari de treball, que ha provocat que la data de lectura del treball s'hagués de posposar. Cal dir però, que això no ha suposat un increment en el pressupost final del projecte.

D'altra banda, tot i que la intenció era validar el software amb el grup de garantia de qualitat, degut a la seva implicació en altres projectes més prioritaris i a la manca de temps, aquesta tasca no s'ha pogut dur a terme en el marc del projecte. Tot i així, el principal responsable del projecte ha testejat en profunditat totes les funcionalitats que ha incorporat a l'aplicació abans de donar-les per bones.

Finalment, cal dir que per dur el terme el projecte, s'ha procurat seguir sempre que ha estat possible el conjunt de tècniques i bones pràctiques apreses al llarg de tota la carrera universitària.

## Treball futur

Com s'ha comentat en l'apartat anterior el temps per a realitzar el projecte es va escurçar i es fa imprescindible comentar les funcionalitats que no s'han pogut acabar però que poden servir per a futures millores de l'aplicació. A més també es citen aquelles funcionalitats que quedaven fora de l'abast i aquelles que han aparegut durant la realització del projecte.

Les funcionalitats que l'aplicació havia de tenir i no s'han pogut acabar són:

- Modificacions de disseny i aspecte de l'aplicació tenint en compte les diferents marques comercials. Després de parlar-ho amb el director del projecte i tenint en compte la resta de funcionalitats, s'ha considerat que aquesta opció no era prioritària i que podia quedar fora de l'abast d'aquest projecte.
- Opció de desconnectar i connectar individualment les xarxes del projecte. En un primer moment es creia que aquesta funcionalitat facilitaria la interacció entre l'usuari i l'aplicació, però finalment s'ha descartat per la seva falta d'utilitat. A més, el temps que es triga en desconnectar i tornar a connectar totes les xarxes acostuma a ser mínim i, per tant, no hi ha una gran diferència amb el temps d'una sola xarxa.

Les funcionalitats que quedaven fora de l'abast del projecte són:

- Possibilitat d'obrir arxius de configuració de dispositius i de restaurar des d'arxius configuracions prèviament guardades.
- Disponibilitat d'icones diversos (3) en cada dispositiu personalitzable per als estats d'OK, Fallada i Alarma.
- Suport d'imatges en format .DXF.
- Capacitat per gestionar fins a 4 configuracions de nivells d'accés.

- Disponibilitat de botó de reinici global.

Algunes de les opcions de millora sorgides com a conseqüència del desenvolupament del projecte són:

- Opció desfer / refer multinivell. En la solució final l'opció desfer / refer és d'un sol nivell, però amb el multinivell es permetria més d'un punt de retorn o d'avançament en els canvis fets en la configuració del projecte. Enlloc de tractar tots els canvis com a una única unitat, amb aquesta opció, l'usuari podria desfer o refer un nombre concret de canvis.
- Vistes de zona en tres dimensions que permetin girar les imatges. Amb aquesta millora la Vista del mapa guanyaria profunditat i els detectors es podrien col·locar en posicions més realistes que a una imatge en dues dimensions. En aquest sentit, l'aplicació ajudaria a identificar la direcció de propagació del foc, aportant una funcionalitat molt rellevant.
- Configurar notifikacions diferents segons correus electrònics diferents. Es podrien configurar grups d'usuaris per a personalitzar els correus que se'ls hi enviarien.

## Valoració personal

Durant la realització del projecte he conegut nous elements propis de les aplicacions WPF i del patró MVVM que desconeixia. Els he utilitzat en profunditat i puc dir que he vist una evolució en la facilitat per a fer-los servir. A més com a enginyer he hagut de seguir diferents pràctiques pròpies dels projectes software i això m'ha ajudat a millorar pel que fa a assumir responsabilitats i bons costums.

D'altra banda, també he pogut aplicar metodologies i conceptes apresos durant la carrera sobre tot pel que a la gestió i al desenvolupament d'un projecte d'una mida considerable. A més el fet de realitzar el projecte en una empresa m'ha aportat nous coneixements i m'ha permès veure la relació entre aquesta i els projectes que realitza.

Tot i que la majoria dels objectius planificats al principi del projecte s'han assolit no ha sigut una tasca senzilla. La meva manca d'experiència en projectes de grans dimensions i pel que fa a la tecnologia emprada han sigut un entrebanc que he hagut de superar amb l'ajuda dels meus companys i de moltes hores de dedicació. Cal dir però que estic satisfet amb la feina feta i l'esforç dedicat, i que considero una experiència molt positiva el fet d'haver contribuït en un projecte com SenseNET Graphics.

## Justificació competències tècniques

En aquest apartat es citen les competències tècniques associades al projecte i per cadascuna se'n justifica el desenvolupament efectuat.

### **CES1.1: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes i serveis software complexos i/o crítics. [Bastant]**

Aquesta competència està molt relacionada amb l'objectiu principal del projecte que ha consistit en el desenvolupament d'un software. A més, es tractava d'un sistema complex que havia de complir amb uns requeriments estrictes pel que fa a la disponibilitat. Això era així perquè, en l'àmbit del projecte, l'aplicació havia de funcionar 24/7.

### **CES1.2: Donar solució a problemes d'integració en funció de les estratègies, dels estàndards i de les tecnologies disponibles. [En profunditat]**

Per algunes de les característiques de l'aplicació, com s'ha explicat prèviament, s'han utilitzat llibreries externes i perquè l'aplicació pogués interactuar amb elles, el codi d'aquesta s'ha hagut d'adaptar. Un dels casos en que s'han solucionat més problemes d'integració d'aquest àmbit ha estat el de la llibreria AvalonDock. En l'apartat *Tecnologies i eines utilitzades* s'ha explicat en detall.

### **CES1.3: Identificar, avaluar i gestionar els riscos potencials associats a la construcció de software que es poguessin presentar. [Bastant]**

Com que es partia d'un prototip, en el moment d'afegir o millorar funcionalitats s'han hagut d'identificar, avaluar i gestionar possibles problemes, com per exemple, problemes de compatibilitat. En alguns casos, ha calgut realitzar canvis per evitar aquestes incompatibilitats.

### **CES1.4: Desenvolupar, mantenir i avaluar serveis i aplicacions distribuïdes amb suport de xarxa. [Bastant]**

El prototip del que es va partir per desenvolupar l'aplicació final, tenia una part molt important de comunicacions que ha calgut avaluar. Més concretament, en la funció de monitoratge, s'han hagut de fer modificacions per corregir insuficiències del codi en relació amb el nou detector.

### **CES1.7: Controlar la qualitat i dissenyar proves en la producció de software. [Bastant]**

Tot i que la part de test finalment ha quedat fora del projecte, durant el desenvolupament de l'aplicació s'han seguit les bones pràctiques de programació que s'han après durant els estudis de grau. En aquest sentit, s'han

aplicat patrons de disseny que proporcionen un estàndard general per resoldre situacions que es poden trobar en la majoria d'aplicacions.

**CES1.8: Desenvolupar, mantenir i avaluar sistemes de control i de temps real. [En profunditat]**

Si bé és cert que les comunicacions del prototip estaven implementades, en el moment de desenvolupar l'aplicació d'aquest projecte s'han hagut d'estudiar amb deteniment per poder-les mantenir i utilitzar. Tenint en compte que l'aplicació monitorea l'estat de detectors en temps real, aquesta competència s'ha dut a terme en profunditat.

**CES1.9: Demostrar comprensió en la gestió i govern dels sistemes software. [Bastant]**

Atès que es partia d'un prototip ja existent, abans de decidir si s'aprofitava o no s'ha hagut d'estudiar amb deteniment. Més endavant, per poder-lo millorar i afegir-hi funcionalitats, era imprescindible haver-lo comprès. Per aquest motiu, aquesta competència s'ha desenvolupat en un nivell força elevat.

**CES2.1: Definir i gestionar els requisits d'un sistema software. [En profunditat]**

S'han definit i gestionat els requeriments de les funcionalitats que s'han afegit al prototip. L'objectiu era cobrir aquelles necessitats del producte final i de les parts interessades en el projecte.

**CES2.2: Dissenyar solucions apropiades en un o més dominis d'aplicació, utilitzant mètodes d'enginyeria del software que integrin aspectes ètics, socials, legals i econòmics. [En profunditat]**

Aquesta competència s'ha desenvolupat sobretot pel que fa als aspectes legals i en referència a les dades dels usuaris. L'aplicació les tracta i les ha de guardar de manera que no siguin accessibles per part de tercers. A més, com que s'han utilitzat llibreries externes, s'han hagut de tenir en compte aspectes legals com el de les llicències.

## 11. Glossari

**I+D (investigació i desenvolupament):** ciència bàsica utilitzada pel desenvolupament d'enginyeria que busca amb la unió de les dues àrees un increment de la innovació que comporti un augment de les ventes.

**Framework:** infraestructura de programari que en la programació orientada a objectes facilita la concepció d'aplicacions utilitzant biblioteques de classes.

**Building Management System:** sistema de gestió d'edificacions, basat en un software i un hardware de control que s'instal·la en edificis.

**SMS (Short Message Service):** servei disponible als telèfons mòbils que permet l'enviament de missatges curts o de text entre aquests telèfons.

**Gateway (passarel·la):** dispositiu que permet interconnectar xarxes que fan servir arquitectures o protocols diferents.

**XML (eXtensible Markup Language):** metallenguatge extensible, d'etiquetes, desenvolupat per World Wide Web Consortium (W3C).

**Ethernet:** tecnologia de xarxa de computadors d'àrea local.

**Serial:** interfície de comunicacions de dades digitals on la informació es transmet bit a bit.

**IP (Internet Protocol):** protocol de comunicació de dades digitals.

**TCP (Transmission Control Protocol):** protocol orientat a la connexió dins del nivell de transport que permet l'entrega de paquets de manera fiable.

**COM (Communication Port):** maquinari de comunicació sèrie que permet la transmissió o recepció de bits.

**Histograma:** representació gràfica d'una variable en forma de barres.

**RUP (Rational Unified Process):** procés de desenvolupament de software.

**Windows:** conjunt de sistemes operatius i interfícies gràfiques d'usuari produïts per Microsoft.

**Internet Explorer:** navegador web desenvolupat per Microsoft per al sistema operatiu Windows.

**MVVM (Model – Vista – Vista Model):** arquitectura i patró de disseny utilitzat per a la implementació d'interfícies d'usuari.

**OCL (ObjectConstraint Language):** llenguatge informàtic d'expressió de restriccions usat per l'UML.

**WPF:** tecnologia de Microsoft que permet el desenvolupament d'interfícies d'interacció a Windows.

**XAML (eXtensible Application Markup Language):** llenguatge declaratiu basat en XML que defineix els objectes i les seves propietats usant esquemes XML i s'usa per crear i inicialitzar aplicacions .NET.

**USB (Universal Serial Bus):** estàndard industrial que defineix el cablejat, els connectors i el protocol de comunicacions emprat en un bus de dades per a connectar, comunicar i alimentar perifèrics des dels ordinadors.

**SMTP (Simple Mail Transfer Protocol):** protocol de xarxa basat en text utilitzat per a l'intercanvi de missatges de correu electrònic.

**.NET:** component software que permet crear, distribuir i executar aplicacions que suporten l'entorn Windows.

**RAM (Random Access Memory):** memòria d'accés directe en ordre aleatori en un temps constant.

**GANTT:** tècnica gràfica usada com a eina de gestió que permet planificar el treball presentant totes les activitats a realitzar.

**PERT:** tècnica gràfica usada com a eina de gestió que permet veure les seqüències lògiques d'activitats que cal realitzar.

**MVC (Model View Controller):** patró de disseny usat per a la implementació d'interfícies d'usuari.

## 12. Bibliografia

---

- <sup>1</sup> Fib.upc.edu. (2017). Inici | Facultat d'Informàtica de Barcelona. [en línia] Disponible a: <https://www.fib.upc.edu/> [Accedit 18-09-2017].
- <sup>2</sup> Fib.upc.edu. (2017). [ebook] Disponible a: [https://www.fib.upc.edu/sites/fib/files/documents/estudis/normativatfg-gei\\_document\\_final.pdf](https://www.fib.upc.edu/sites/fib/files/documents/estudis/normativatfg-gei_document_final.pdf) [Accedit 18-09-2017].
- <sup>3</sup> Utc.com. (2017). Home | United Technologies. [en línia] Disponible a: <http://www.utc.com/> [Accedit 19-09-2017].
- <sup>4</sup> Utcfssecurityproducts.ie. (2017). [ebook] Disponible a: [https://www.utcfssecurityproducts.ie/npd/Edwards\\_Aspiration\\_Brochure.pdf](https://www.utcfssecurityproducts.ie/npd/Edwards_Aspiration_Brochure.pdf) [Accedit 22-09-2017].
- <sup>5</sup> Firealarmengineers.com. (2017). [ebook] Disponible a: [http://firealarmengineers.com/downloads/Micra\\_25\\_system-installers\\_handbook.pdf](http://firealarmengineers.com/downloads/Micra_25_system-installers_handbook.pdf) [Accedit 22-09-2017].
- <sup>6</sup> ResearchGate. (2017). [ebook] Disponible a: [https://www.researchgate.net/profile/Zhigang\\_Liu8/publication/44061274\\_Review\\_of\\_Recent\\_Developments\\_in\\_Fire\\_Detection\\_Technologies/links/00b4953444ee22cfff000000/Review-of-Recent-Developments-in-Fire-Detection-Technologies.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Zhigang_Liu8/publication/44061274_Review_of_Recent_Developments_in_Fire_Detection_Technologies/links/00b4953444ee22cfff000000/Review-of-Recent-Developments-in-Fire-Detection-Technologies.pdf) [Accedit 20-10-2017].
- <sup>7</sup> Kidde-fenwal.com. (2017). [ebook] Disponible a: [https://kidde-fenwal.com/Media/Data\\_Sheets/KFS\\_AI\\_Datasheet\\_SenseNet.pdf](https://kidde-fenwal.com/Media/Data_Sheets/KFS_AI_Datasheet_SenseNet.pdf) [Accedit 20-09-2017].
- <sup>8</sup> Utcfssecurityproductspages.eu. (2017). UTC. [en línia] Disponible a: [https://www.utcfssecurityproductspages.eu/SP/products.php?cd=1&cat\\_2=109&cat\\_3=15086](https://www.utcfssecurityproductspages.eu/SP/products.php?cd=1&cat_2=109&cat_3=15086) [Accedit 20-09-2017].
- <sup>9</sup> Utcfssecurityproductspages.eu. (2017). UTC. [en línia] Disponible a: [https://www.utcfssecurityproductspages.eu/HQ/products\\_single.php?product=ATS8600](https://www.utcfssecurityproductspages.eu/HQ/products_single.php?product=ATS8600) [Accedit 20-09-2017].
- <sup>10</sup> GmbH, W. (2017). VisuLAN® T. [en línia] Wagner-uk.com. Disponible a: <http://www.wagner-uk.com/products/management0/products/visulanr-t/> [Accedit 21-09-2017].
- <sup>11</sup> XtralisPtyLtd. (2017). Xtralis.com. [en línia] Disponible a: [https://xtralis.com/product\\_view.cfm?product\\_id=46](https://xtralis.com/product_view.cfm?product_id=46) [Accedit 21-09-2017].
- <sup>12</sup> Allied Automation, Inc. (2017). [ebook] Disponible a: [https://www.allied-automation.com/wp-content/uploads/2015/05/ANYBUS\\_datasheet\\_modbusrtu\\_bacnet-ip.pdf](https://www.allied-automation.com/wp-content/uploads/2015/05/ANYBUS_datasheet_modbusrtu_bacnet-ip.pdf) [Accedit 21-09-2017].
- <sup>13</sup> Iscn.at. (2017). The Rational Objectory Process - A UML-based Software Engineering Process. [en línia] Disponible a: [http://www.iscn.at/select\\_newspaper/object/rational.html](http://www.iscn.at/select_newspaper/object/rational.html) [Accedit 23-09-2017].
- <sup>14</sup> Subversion.apache.org. (2017). Apache Subversion. [en línia] Disponible a: <https://subversion.apache.org/> [Accedit 24-09-2017].



---

<sup>15</sup> Software.microfocus.com. (2017). Quality Management, Software Quality Assurance, Quality Center Enterprise. [en línia] Disponible a: <https://software.microfocus.com/en-us/software/quality-center> [Accedit 24-09-2017].

<sup>16</sup> Dofactory.com. (2018). Singleton .NET Design Pattern in C# and VB - dofactory.com. [en línia] Disponible a: <http://www.dofactory.com/net/singleton-design-pattern> [Accedit 13-11-2017].

<sup>17</sup> Dofactory.com. (2018). Chain of Responsibility .NET Design Pattern in C# and VB - dofactory.com. [en línia] Disponible a: <http://www.dofactory.com/net/chain-of-responsibility-design-pattern> [Accedit 13-11-2017].

<sup>18</sup> Dofactory.com. (2018). Command .NET Design Pattern in C# and VB - dofactory.com. [en línia] Disponible a: <http://www.dofactory.com/net/command-design-pattern> [Accedit 14-11-2017].

<sup>19</sup> Dofactory.com. (2018). Observer .NET Design Pattern in C# and VB - dofactory.com. [en línia] Disponible a: <http://www.dofactory.com/net/observer-design-pattern> [Accedit 14-11-2017].

<sup>20</sup> GitHub. (2017). mgravell/protobuf-net. [en línia] Disponible a: <https://github.com/mgravell/protobuf-net> [Accedit 07-12-2017].

<sup>21</sup> Agpd.es. (2017). Agpd. [en línia] Disponible a: [http://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/informes\\_juridicos/reglamento\\_lopd/index-ides-idphp.php](http://www.agpd.es/portalwebAGPD/canaldocumentacion/informes_juridicos/reglamento_lopd/index-ides-idphp.php) [Accedit 07-12-2017].

<sup>22</sup> GitHub. (2017). Fody/Costura. [en línia] Disponible a: <https://github.com/Fody/Costura> [Accedit 07-12-2017].

<sup>23</sup> CodePlexArchive. (2017). CodePlexArchive. [en línia] Disponible a: <https://avalondock.codeplex.com/> [Accedit 07-12-2017].

<sup>24</sup> Msdn.microsoft.com. (2018). TcpClient Class (System.Net.Sockets). [en línia] Disponible a: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.net.sockets.tcpclient\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.net.sockets.tcpclient(v=vs.110).aspx) [Accedit 09-04-2018].

<sup>25</sup> Msdn.microsoft.com. (2018). SerialPort Class (System.IO.Ports). [en línia] Disponible a: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.io.ports.serialport\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/system.io.ports.serialport(v=vs.110).aspx) [Accedit 09-04-2018].

<sup>26</sup> En.wikipedia.org. (2018). Handshaking. [en línia] Disponible a: <https://en.wikipedia.org/wiki/Handshaking> [Accedit 09-04-2018].

<sup>27</sup> Ibm.com. (2017). [ebook] Disponible a: [https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251\\_best\\_practices\\_TP026B.pdf](https://www.ibm.com/developerworks/rational/library/content/03July/1000/1251/1251_best_practices_TP026B.pdf) [Accedit 29-09-2017].

<sup>28</sup> Page Personnel. (2017). [ebook] Disponible a: [http://www.pagepersonnel.es/sites/pagepersonnel.es/files/er\\_tecnologia16.pdf](http://www.pagepersonnel.es/sites/pagepersonnel.es/files/er_tecnologia16.pdf) [Accedit 21-10-2017].



---

<sup>29</sup> Limited, D. (2018). Review of Computer Energy Consumption and Potential Savings. [en línia] Dssw.co.uk. Disponible a:  
[https://www.dssw.co.uk/research/computer\\_energy\\_consumption.html](https://www.dssw.co.uk/research/computer_energy_consumption.html)[Accedit19-02-2018].

<sup>30</sup> Bregroup.com. (2018). BRE Group LPCB. [en línia] Disponible a:  
<http://bregroup.com/products/lpcb/> [Accedit20-02-2018].